

#### บทที่ 4

#### ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง

##### 4.1 ปริมาณจุลินทรีย์ในสมุนไพรมะนาวที่ใช้เป็นส่วนประกอบ

จากการศึกษาหาปริมาณจุลินทรีย์ในผงสมุนไพรมะนาวได้แก่ ข่า หอมแดง และตะไคร้ ที่ใช้เป็นส่วนผสมของเนยแข็งมอซซาเรลลาคลิ่นรสสมุนไพรมะนาว โดยนำสมุนไพรมะนาวทั้ง 3 ชนิดมาวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ ได้ผลการวิเคราะห์ดังตาราง 4.1.1

จากตาราง 4.1.1 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณจุลินทรีย์ในสมุนไพรมะนาวพบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ตรวจพบในข่า  $6.00 \times 10^2$  โคโลนี/กรัม หอมแดง  $5.85 \times 10^2$  โคโลนี/กรัม ตะไคร้  $5.00 \times 10^2$  โคโลนี/กรัม ซึ่งปริมาณจุลินทรีย์น้อยกว่าเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก. 967, 2533) ซึ่งกำหนดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน  $1.0 \times 10^6$  โคโลนี / กรัม ปริมาณยีสต์ ราและแบคทีเรียที่สร้างกรดมีปริมาณน้อยกว่า 10 โคโลนี / กรัม ไม่พบจุลินทรีย์พวกเจริญได้ที่อุณหภูมิ 45-65 องศาเซลเซียสในสภาวะที่มีอากาศ และไม่พบจุลินทรีย์ที่สร้างสปอร์ได้ในสภาวะที่มีอากาศและไม่มีอากาศในผงสมุนไพรมะนาวทั้งหมด

ตาราง 4.1.1 ผลการวิเคราะห์หินทรายในตะกอนทรายที่ใช้เป็นส่วนผสม

ชนิดตะกอนทราย	ปริมาณได้ไม่ถึงขีด (ได้ไม่มี/กรัม)		ปริมาณได้ไม่ถึงขีด (ได้มี/กรัม)		ปริมาณได้ไม่ถึงขีด (ได้มี/กรัม)		ปริมาณได้ไม่ถึงขีด (ได้มี/กรัม)	
	จุดหินทรายทั้งหมด (Total Count) ไม่เกิน 30	จุดหินทรายทั้งหมด (Total Count) ไม่เกิน 30	จุดหินทรายทั้งหมด (Total Count) ไม่เกิน 30	จุดหินทรายทั้งหมด (Total Count) ไม่เกิน 30	จุดหินทรายทั้งหมด (Total Count) ไม่เกิน 30	จุดหินทรายทั้งหมด (Total Count) ไม่เกิน 30	จุดหินทรายทั้งหมด (Total Count) ไม่เกิน 30	จุดหินทรายทั้งหมด (Total Count) ไม่เกิน 30
1) ฟ้า	จุดหินทรายทั้งหมด (Total Count) ไม่เกิน 30	จุดหินทรายทั้งหมด (Total Count) ไม่เกิน 30	จุดหินทรายทั้งหมด (Total Count) ไม่เกิน 30	จุดหินทรายทั้งหมด (Total Count) ไม่เกิน 30	จุดหินทรายทั้งหมด (Total Count) ไม่เกิน 30	จุดหินทรายทั้งหมด (Total Count) ไม่เกิน 30	จุดหินทรายทั้งหมด (Total Count) ไม่เกิน 30	จุดหินทรายทั้งหมด (Total Count) ไม่เกิน 30
2) ฟ้าอมแดง	จุดหินทรายทั้งหมด (Total Count) ไม่เกิน 30	จุดหินทรายทั้งหมด (Total Count) ไม่เกิน 30	จุดหินทรายทั้งหมด (Total Count) ไม่เกิน 30	จุดหินทรายทั้งหมด (Total Count) ไม่เกิน 30	จุดหินทรายทั้งหมด (Total Count) ไม่เกิน 30	จุดหินทรายทั้งหมด (Total Count) ไม่เกิน 30	จุดหินทรายทั้งหมด (Total Count) ไม่เกิน 30	จุดหินทรายทั้งหมด (Total Count) ไม่เกิน 30
3) ฟ้าซีไรต์	จุดหินทรายทั้งหมด (Total Count) ไม่เกิน 30	จุดหินทรายทั้งหมด (Total Count) ไม่เกิน 30	จุดหินทรายทั้งหมด (Total Count) ไม่เกิน 30	จุดหินทรายทั้งหมด (Total Count) ไม่เกิน 30	จุดหินทรายทั้งหมด (Total Count) ไม่เกิน 30	จุดหินทรายทั้งหมด (Total Count) ไม่เกิน 30	จุดหินทรายทั้งหมด (Total Count) ไม่เกิน 30	จุดหินทรายทั้งหมด (Total Count) ไม่เกิน 30

## 4.2 เล้าโครงผลิตภัณฑ์เนยแข็งมอซซาเรลลากลิ่นรสสมุนไพร

การสำรวจคุณลักษณะที่สำคัญของผลิตภัณฑ์เนยแข็งมอซซาเรลลากลิ่นรสสมุนไพร ด้วยวิธี Ideal Ratio Profile Test โดยใช้เนยแข็งมอซซาเรลลาตามท้องตลาดยี่ห้อหนึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบ โดยคลุกเนยแข็งต้นแบบกับสมุนไพรผสม ได้แก่ ข่า หอมแดง และตะไคร้ ในอัตราส่วน 25 : 25 : 50 (อ้างอิงจากซูปเปอร์มาร์เก็ตสำเร็จรูป ทรากนอร์, ประเทศไทย) เป็นปริมาณร้อยละ 0.2 ของปริมาณเนยแข็ง และ ทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนบ้าง จำนวน 10 คน มีการกำหนดลักษณะคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสที่สำคัญ โดยใช้แบบทดสอบชิมดังภาคผนวก ข.1

### 4.2.1 ลักษณะที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการพัฒนา

ลักษณะที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการพัฒนา พิจารณาจากคุณลักษณะที่มีผู้ทดสอบชิมตั้งแต่ร้อยละ 50 ของผู้ทำการทดสอบชิมทั้งหมด ให้ความสำคัญกับคุณลักษณะนั้น ดังตาราง

#### 4.2.1.1

ตาราง 4.2.1.1 แสดงคุณลักษณะสำคัญของเนยแข็งมอซซาเรลลาถากลิ้นรสสมุนไพรที่ต้องการพัฒนา

คุณลักษณะที่ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสให้ความสำคัญ	จำนวนผู้ทดสอบชิม (คน)
1. ลักษณะปรากฏภายนอก	
- สี	10
- การกระจายตัวของสมุนไพร	7
- ความมันวาว	5
2. รสชาติและกลิ่น	
- กลิ่นรสนม	7
- กลิ่นรสสมุนไพร	9
3. เนื้อสัมผัส	
- ความกลมกลืนของเนื้อสมุนไพรกับเนยแข็ง	5
4. การยอมรับรวม	
- การยอมรับรวม	10

4.2.2 การทดสอบค่าโครงสร้างผลิตภัณฑ์เนยแข็งมอซซาเรลลาถลิ่งรสสมุนไพรมหาเพื่อหาค่าอุดมคติถาวร (Fixed Ideals) ของแต่ละลักษณะ

จากการทดสอบค่าโครงสร้างผลิตภัณฑ์เพื่อหาค่าคุณลักษณะที่สำคัญที่ต้องการพัฒนา สามารถกำหนดค่าอุดมคติถาวร (Fixed Ideals) ของแต่ละคุณลักษณะ โดยการนำค่าอุดมคติของลักษณะเดียวกันที่ทดสอบโดยผู้ทดสอบชิม 10 คนมาหาค่าเฉลี่ยได้ผลแสดงในตาราง 4.2.2

ตาราง 4.2.2.1 ค่าอุดมคติถาวร (Fixed Ideals) ของแต่ละคุณลักษณะที่สำคัญ

คุณลักษณะสำคัญ	ค่าอุดมคติ (เซนติเมตร)
<b>1. ลักษณะปรากฏภายนอก</b> - สี - การกระจายตัวของเนื้อสมุนไพรมหา - ความมันวาว	5.69 6.47 4.71
<b>2. รสชาติและกลิ่น</b> - กลิ่นรสนม - กลิ่นรสสมุนไพรมหา	5.94 5.77
<b>3. เนื้อสัมผัส</b> - ความกลมกลื่นของเนื้อสมุนไพรมหากับเนยแข็ง	6.94
<b>4. การยอมรับรวม</b> - การยอมรับรวม	6.58

หมายเหตุ - ค่าอุดมคติ วิตจากตำแหน่งศูนย์กลางของเส้นตรงถึงจุดที่ผู้ทดสอบชิมต้องการ

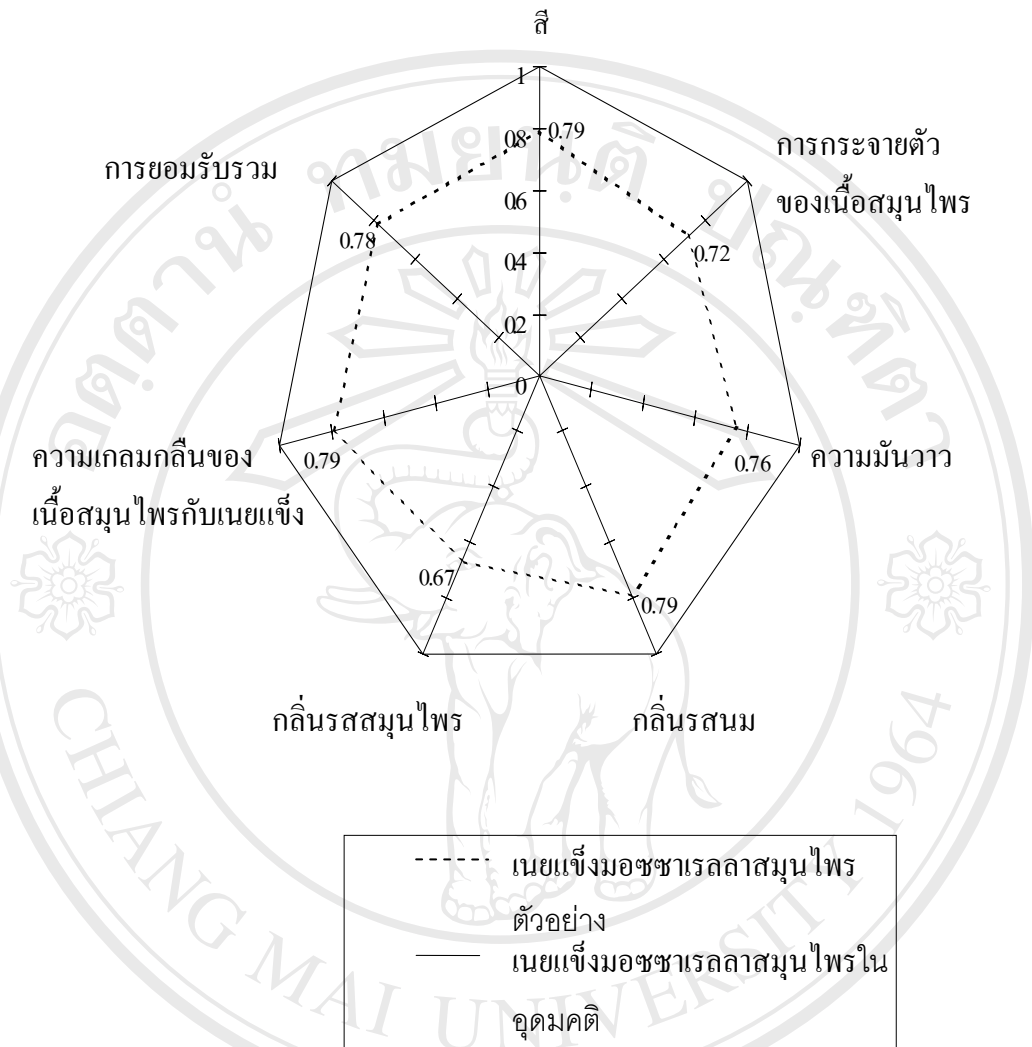
4.3.1 การเปรียบเทียบระหว่างเนยแข็งมอซซาเรลลากลิ่นรสสมุนไพรต้นแบบกับเนยแข็งมอซซาเรลลาในอุดมคติ (Ideal)

ผลการทดสอบเค้าโครงผลิตภัณฑ์ เมื่อนำมาหาค่าสัดส่วนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานได้ค่าดังตาราง 4.2.3.1 ค่าสัดส่วนเฉลี่ยของแต่ละคุณลักษณะและค่าสัดส่วนอุดมคติจะถูกนำมาสร้างเป็นแผนภาพเค้าโครง (profile) ในรูปแบบกราฟใยแมงมุม ดังแสดงในภาพ 4.2.3.1

ตาราง 4.2.3.1 ค่าสัดส่วนเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของลักษณะที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ต้นแบบ เปรียบเทียบกับค่าลักษณะที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ในอุดมคติ (Ideal)

คุณลักษณะผลิตภัณฑ์	ค่าสัดส่วนเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Ratio $\pm$ SD)
1. <u>ลักษณะปรากฏ</u>	
- สี	0.79** $\pm$ 0.14
- การกระจายตัวของเนื้อสมุนไพร	0.72** $\pm$ 0.18
- ความมันวาว	0.76** $\pm$ 0.12
2. <u>กลิ่นและรสชาติ</u>	
- กลิ่นนม	0.79** $\pm$ 0.17
- กลิ่นสมุนไพร	0.67** $\pm$ 0.28
3. <u>ลักษณะเนื้อสัมผัส</u>	
- ความกลมกลืนของเนื้อสมุนไพรกับเนยแข็ง	0.79** $\pm$ 0.13
4. <u>การยอมรับรวม</u>	
- การยอมรับรวม	0.78** $\pm$ 0.11

หมายเหตุ \*\* แสดงถึงค่า Ideal Ratio Score มีความแตกต่างจากค่า Ideal (1.00) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ ) จากจำนวนผู้ทดสอบชิม 10 คน



ภาพ 4.2.3.1 เค้าโครงผลิตภัณฑ์ของเนยแข็งมอชชาเรลตาสมุนไพรรต้นแบบกับผลิตภัณฑ์ชนิดเดียวกันในชุมชนคต

จากตาราง 4.2.3.1 และภาพ 4.2.3.1 แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์เนยแข็งมอชชาเรลตาสมุนไพรรมีลักษณะสำคัญ 7 ลักษณะที่ต้องการพัฒนาไปในแนวทางดังนี้

Copyright © by Chiang Mai University  
All rights reserved

**สี** พบว่าผลิตภัณฑ์ต้นแบบมีค่าสัดส่วนเฉลี่ยคุณลักษณะด้านสี 0.79 ซึ่งมีค่าต่ำกว่าค่าสัดส่วนเฉลี่ยคุณลักษณะด้านสีของผลิตภัณฑ์ในอุดมคติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ ) จึงต้องพัฒนาให้มีสีเหลืองเข้มมากขึ้น

**การกระจายตัวของเนื้อสมุนไพร** พบว่าผลิตภัณฑ์ต้นแบบมีค่าสัดส่วนเฉลี่ยการกระจายตัวของเนื้อสมุนไพร 0.72 ซึ่งมีค่าต่ำกว่าค่าสัดส่วนเฉลี่ยการกระจายตัวของเนื้อสมุนไพรของผลิตภัณฑ์ในอุดมคติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ ) จึงต้องพัฒนาให้ผลิตภัณฑ์มีการกระจายตัวของผงสมุนไพรอย่างสม่ำเสมอมากขึ้น

**ความมันวาว** พบว่าผลิตภัณฑ์ต้นแบบมีค่าสัดส่วนเฉลี่ยคุณลักษณะความมันวาว 0.76 ซึ่งมีค่าต่ำกว่าค่าสัดส่วนเฉลี่ยคุณลักษณะความมันวาวของผลิตภัณฑ์ในอุดมคติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ ) จึงต้องพัฒนาให้ผลิตภัณฑ์มีความมันวาวเพิ่มขึ้น

**กลิ่นรสนม** พบว่าผลิตภัณฑ์ต้นแบบมีค่าสัดส่วนเฉลี่ยคุณลักษณะด้านกลิ่นรสนม 0.79 ซึ่งมีค่าต่ำกว่าค่าสัดส่วนเฉลี่ยด้านกลิ่นรสนมของผลิตภัณฑ์ในอุดมคติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ ) จึงต้องพัฒนาโดยให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นรสนมเพิ่มขึ้น

**กลิ่นรสสมุนไพร** พบว่าผลิตภัณฑ์ต้นแบบมีค่าสัดส่วนเฉลี่ยด้านกลิ่นรสสมุนไพร 0.67 ซึ่งมีค่าต่ำกว่าค่าสัดส่วนเฉลี่ยด้านกลิ่นรสสมุนไพรของผลิตภัณฑ์ในอุดมคติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ ) จึงต้องพัฒนาให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นรสสมุนไพรเพิ่มขึ้น

**ความกลมกลืนของเนื้อสมุนไพรกับเนยแข็ง** พบว่าผลิตภัณฑ์ต้นแบบมีค่าสัดส่วนเฉลี่ยความกลมกลืนของเนื้อสมุนไพรกับเนยแข็ง 0.79 ซึ่งมีค่าต่ำกว่าค่าสัดส่วนเฉลี่ยความกลมกลืนของเนื้อสมุนไพรกับเนยแข็งของผลิตภัณฑ์ในอุดมคติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ ) จึงต้องพัฒนาให้ผลิตภัณฑ์มีความกลมกลืนของเนื้อสมุนไพรกับเนยแข็ง

**การยอมรับรวม** หมายถึงการยอมรับในทุกๆ ด้านทั้ง 6 ด้านของผลิตภัณฑ์ พบว่าค่าสัดส่วนเฉลี่ยการยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์ต้นแบบมีค่า 0.78 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าสัดส่วนเฉลี่ยการยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์ในอุดมคติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ ) จึงต้องพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีคะแนนการยอมรับโดยรวมสูงขึ้น



#### 4.3 ผลของปริมาณผงสมุนไพรผสมที่เติมในเนยแข็งมอซซาเรลลากลิ่นรสสมุนไพร

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนยแข็งมอซซาเรลลากลิ่นรสสมุนไพร โดยใช้ผงสมุนไพรผสมได้แก่ ข่า หอมแดง และตะไคร้ ในอัตราส่วน 25: 25: 50 เป็นปริมาณร้อยละ 0.4, 0.6 และ 0.8 ของปริมาณเคิร์ด ดังแสดงในตาราง 4.3.1

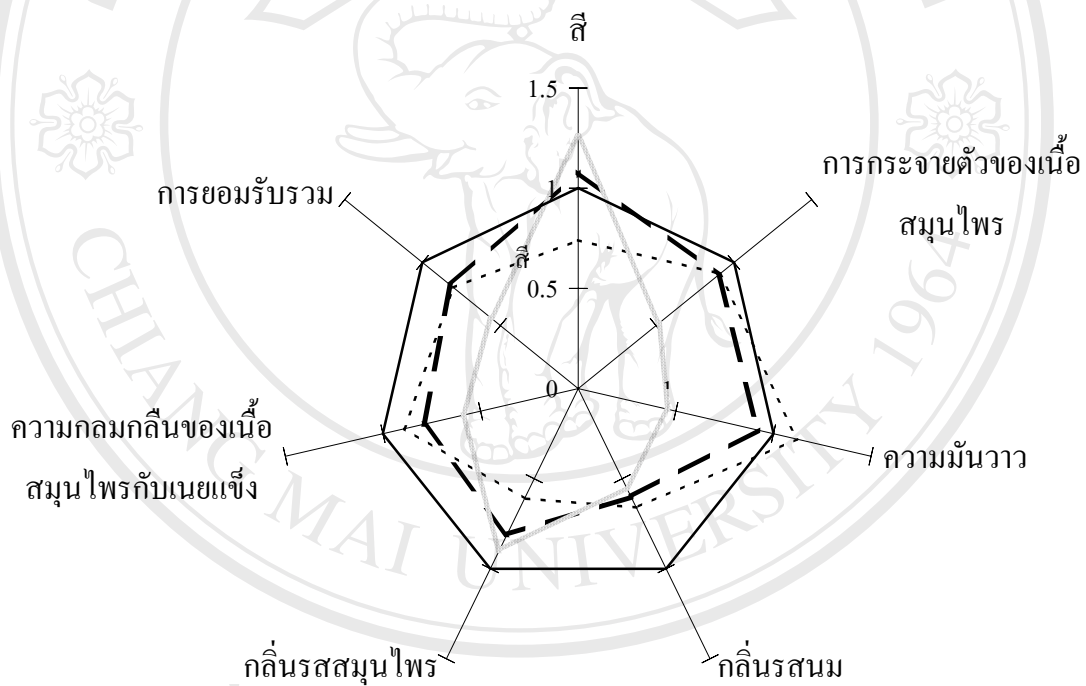
ตาราง 4.3.1 คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ของผลิตภัณฑ์ที่เติมผงสมุนไพรร้อยละ 0.4, 0.6 และ 0.8 ของปริมาณเคิร์ด

คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส	ค่าสัดส่วนเฉลี่ยทางประสาทสัมผัสของมอซซาเรลลาผสมสมุนไพร $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	ร้อยละ 0.4	ร้อยละ 0.6	ร้อยละ 0.8
1. ลักษณะปรากฏ			
- สี	0.74 <sup>a</sup> $\pm$ 0.19	1.08 <sup>b</sup> $\pm$ 0.10	1.20 <sup>b</sup> $\pm$ 0.42
- การกระจายตัวของสมุนไพร	0.90 <sup>a</sup> $\pm$ 0.15	0.90 <sup>a</sup> $\pm$ 0.18	0.52 <sup>b</sup> $\pm$ 0.19
- ความมันวาว	1.12 <sup>a</sup> $\pm$ 0.18	0.92 <sup>b</sup> $\pm$ 0.22	0.46 <sup>c</sup> $\pm$ 0.13
2. กลิ่นและรสชาติ			
- กลิ่นรสนม	0.66 <sup>a</sup> $\pm$ 0.20	0.51 <sup>ab</sup> $\pm$ 0.17	0.39 <sup>b</sup> $\pm$ 0.16
- กลิ่นรสสมุนไพร	0.61 <sup>a</sup> $\pm$ 0.20	0.81 <sup>b</sup> $\pm$ 0.13	0.90 <sup>b</sup> $\pm$ 0.20
3. เนื้อสัมผัส			
- ความกลมกลืนของเนื้อสมุนไพรกับเนยแข็ง	0.89 <sup>a</sup> $\pm$ 0.18	0.79 <sup>a</sup> $\pm$ 0.17	0.59 <sup>b</sup> $\pm$ 0.19
4. การยอมรับรวม			
- การยอมรับรวม	0.80 <sup>a</sup> $\pm$ 0.22	0.82 <sup>a</sup> $\pm$ 0.22	0.56 <sup>b</sup> $\pm$ 0.22

หมายเหตุ - ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย  $\pm$  ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากจำนวนผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัส 10 คน

**หมายเหตุ(ต่อ)** - ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกัน แสดงว่าเป็นค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ ) เปรียบเทียบค่าโดยใช้ LSD

ค่าสัดส่วนเฉลี่ย (Mean Ideal Ratio Score) ที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของแต่ละคุณลักษณะ ในแต่ละสิ่งทดลองจะนำมาสร้างเค้าโครงผลิตภัณฑ์ ในรูปแบบกราฟใยแมงมุม แสดงได้ดังภาพ 4.2



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Copyright © by Chiang Mai University  
All rights reserved

ภาพ 4.3.1 กราฟเค้าโครงผลิตภัณฑ์เนยแข็งมอชซารเอลลากลิ่นรสสมุนไพรที่ ผันแปรปริมาณผงสมุนไพรผสมร้อยละ 0.4 , 0.6 และ 0.8 ของปริมาณเคิร์ด

### ลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์เนยแข็งมอชซาเรลลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.4, 0.6 และ 0.8 ของปริมาณเคิร์ด

ค่าสัดส่วนเฉลี่ยคุณลักษณะด้านสีของผลิตภัณฑ์แสดงในตาราง 4.3.1 แสดงให้เห็นว่าค่าสัดส่วนเฉลี่ยทางด้านสีของผลิตภัณฑ์เนยแข็งมอชซาเรลลาที่เติมสมุนไพรร้อยละ 0.4, 0.6 และ 0.8 ของปริมาณเคิร์ดมีค่า 0.74, 1.08 และ 1.20 ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) พบว่าค่าสัดส่วนเฉลี่ยทางด้านสีของมอชซาเรลลาทั้ง 3 แบบ มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ ) โดยค่าสัดส่วนเฉลี่ยทางด้านสีของมอชซาเรลลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.6 และ 0.8 ของปริมาณเคิร์ดมีค่าไม่แตกต่างกัน แต่มีค่าสัดส่วนเฉลี่ยด้านสีแตกต่างกับมอชซาเรลลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.4 ของปริมาณเคิร์ด เนื่องจากปริมาณผสมสมุนไพรมีผลต่อความเข้มของเนยแข็งมอชซาเรลลา คือ เมื่อเติมสมุนไพรมากค่าสีของเนยแข็งจะเข้มขึ้น จากผลการทดสอบทางค่านประสาทสัมผัสพบว่าผู้ทดสอบชิมให้คะแนนเนยแข็งมอชซาเรลลาที่เติมสมุนไพรร้อยละ 0.6 ของปริมาณเคิร์ดมีค่าสัดส่วนเฉลี่ยเข้าใกล้กับค่าในอุดมคติมากที่สุด

ค่าสัดส่วนเฉลี่ยการกระจายตัวของเนื้อสมุนไพรในผลิตภัณฑ์เนยแข็งแสดงในตาราง 4.3.1 แสดงให้เห็นว่าค่าสัดส่วนเฉลี่ยการกระจายตัวของเนื้อสมุนไพรในผลิตภัณฑ์เนยแข็งมอชซาเรลลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.4, 0.6 และ 0.8 ของปริมาณเคิร์ด มีค่า 0.90, 0.90 และ 0.52 ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) พบว่าค่าสัดส่วนเฉลี่ยการกระจายตัวของเนื้อสมุนไพรของมอชซาเรลลาทั้ง 3 แบบ มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ ) โดยค่าสัดส่วนเฉลี่ยการกระจายตัวของเนื้อสมุนไพรใน มอชซาเรลลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.4 และ 0.6 ของปริมาณเคิร์ดมีค่าไม่แตกต่างกัน แต่มีค่าแตกต่างกับค่าสัดส่วนเฉลี่ยการกระจายตัวของเนื้อสมุนไพรในมอชซาเรลลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.8 ของปริมาณเคิร์ด เมื่อมีปริมาณสมุนไพรมากทำให้พื้นที่ในการกระจายตัวของสมุนไพรในเคิร์ดลดลง ทำให้เนยแข็งที่ได้มีการกระจายตัวของเนื้อสมุนไพรไม่สม่ำเสมอ จากการทดลองพบว่าเนยแข็งมอชซาเรลลาที่เติมสมุนไพรร้อยละ 0.4 และ 0.6 ของปริมาณเคิร์ดมีค่าสัดส่วนเฉลี่ยของการกระจายตัวของเนื้อสมุนไพรเข้าใกล้ค่าการกระจายตัวของเนื้อสมุนไพรในเนยแข็งอุดมคติมากที่สุด

ค่าสัดส่วนเฉลี่ยคุณลักษณะด้านความมันวาวของเนยแข็งมอชซาเรลลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.4, 0.6 และ 0.8 ของปริมาณเคิร์ด มีค่า 1.12, 0.92 และ 0.41 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.3.1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) พบว่าค่าสัดส่วนเฉลี่ยคุณลักษณะด้านความมันวาวของผลิตภัณฑ์มอชซาเรลลาผสมสมุนไพรทั้ง 3 แบบ มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ )

#### คุณลักษณะด้านกลิ่นและรสชาติของเนยแข็งมอชซาเรลลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.4, 0.6 และ 0.8 ของปริมาณเคิร์ด

ค่าสัดส่วนเฉลี่ยคุณลักษณะด้านกลิ่นรสรวมของผลิตภัณฑ์แสดงในตาราง 4.3.1 แสดงให้เห็นว่าค่าสัดส่วนเฉลี่ยคุณลักษณะด้านกลิ่นรสรวมของเนยแข็งมอชซาเรลลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.4, 0.6 และ 0.8 ของปริมาณเคิร์ดมีค่า 0.66, 0.51 และ 0.39 ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) พบว่าค่าสัดส่วนเฉลี่ยคุณลักษณะด้านกลิ่นรสรวมของเนยแข็งมอชซาเรลลาผสมสมุนไพรทั้ง 3 แบบมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ ) โดยค่าสัดส่วนเฉลี่ยคุณลักษณะด้านกลิ่นรสรวมของเนยแข็งมอชซาเรลลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.4 ของปริมาณเคิร์ดแตกต่างกับมอชซาเรลลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.8 ของปริมาณเคิร์ด สำหรับค่าสัดส่วนเฉลี่ยคุณลักษณะด้านกลิ่นรสรวมของเนยแข็งมอชซาเรลลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.6 ของปริมาณเคิร์ด มีค่าไม่แตกต่างกับค่าสัดส่วนเฉลี่ยด้านกลิ่นรสรวมของมอชซาเรลลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.4 และ 0.8 ของปริมาณเคิร์ดที่มีค่าไม่แตกต่าง

เนื่องจากนมเป็นส่วนประกอบหลักในการผลิตเนยแข็ง ดังนั้นผลิตภัณฑ์เนยแข็งมอชซาเรลลา กลิ่นรสสมุนไพรที่ได้ควรมีกลิ่นรสของนมในผลิตภัณฑ์ เพื่อบ่งบอกถึงเอกลักษณ์ที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากนม ซึ่งเนยแข็งมอชซาเรลลาที่เติมสมุนไพรร้อยละ 0.4 และ 0.6 ของปริมาณเคิร์ด มีกลิ่นรสรวมที่ไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์สูญเสียเอกลักษณ์ผลิตภัณฑ์นม

ค่าสัดส่วนเฉลี่ยคุณลักษณะด้านกลิ่นรสสมุนไพรของเนยแข็งมอชซาเรลลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.4, 0.6 และ 0.8 ของปริมาณเคิร์ด มีค่า 0.61, 0.81 และ 0.90 ตามลำดับ แสดงในตาราง 4.3.1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) พบว่าค่าสัดส่วนเฉลี่ยคุณลักษณะด้านกลิ่นรสสมุนไพรของเนยแข็งมอชซาเรลลาผสมสมุนไพรทั้ง 3 แบบมีค่าสัดส่วนเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ ) โดยค่าสัดส่วนเฉลี่ยด้านกลิ่นรสสมุนไพรของเนยแข็งมอชซาเรลลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.4 และ 0.6 ของปริมาณเคิร์ดมีค่าไม่แตกต่าง

และมีค่ามากกว่าค่าสัดส่วนเฉลี่ยด้านกลิ่นรสสมุนไพรของเนยแข็งมอซซาเรลลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.8 ของปริมาณเคิร์ด เนื่องจากปริมาณสมุนไพรหากมีปริมาณมาก จะส่งผลให้เนยแข็งมอซซาเรลลาที่ได้มีกลิ่นฉุนไม่น่ารับประทาน แต่หากมีปริมาณน้อยเมื่อรับประทานผลิตภัณฑ์ จะไม่สามารถรู้สึกว่ามีสมุนไพร ซึ่งไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์การทดลองที่ต้องการผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่นรสสมุนไพร ดังนั้นเนยแข็งมอซซาเรลลาที่เติมสมุนไพรร้อยละ 0.6 ของปริมาณเคิร์ด มีค่าสัดส่วนเฉลี่ยของกลิ่นรสสมุนไพรเข้าใกล้เนยแข็งอูมคคิมมากที่สุด

**ความกลมกลืนของเนื้อสมุนไพรกับเนยแข็ง ของเนยแข็งมอซซาเรลลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.4, 0.6 และ 0.8 ของปริมาณเคิร์ด**

ค่าสัดส่วนเฉลี่ยความกลมกลืนของเนื้อสมุนไพรกับเนยแข็ง ของเนยแข็งมอซซาเรลลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.4, 0.6 และ 0.8 ของปริมาณเคิร์ดมีค่า 0.89, 0.79 และ 0.59 ตามลำดับ แสดงในตาราง 4.3.1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) พบว่าค่าสัดส่วนเฉลี่ยความกลมกลืนของเนื้อสมุนไพรกับเนยแข็ง ของเนยแข็งมอซซาเรลลาผสมสมุนไพรทั้ง 3 แบบมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ ) โดยค่าสัดส่วนเฉลี่ยความกลมกลืนของเนื้อสมุนไพรกับเนยแข็ง ของเนยแข็งมอซซาเรลลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.4 และ 0.6 ของปริมาณเคิร์ดมีค่าไม่แตกต่างกัน แต่มีค่าแตกต่างกับค่าสัดส่วนเฉลี่ยความกลมกลืนของเนื้อสมุนไพรกับเนยแข็งของเนยแข็งมอซซาเรลลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.8 ของปริมาณเคิร์ด

เนื่องจากความสามารถของเคิร์ดในการละลายสมุนไพรเข้าในเนื้อเคิร์ดมีจำกัด หากสมุนไพรปริมาณมากเกินไปความสามารถในการละลายมีผลทำให้เนื้อสมุนไพรรวมตัวกัน ดัดที่ผิวเคิร์ดด้านนอกไม่ละลายเป็นเนื้อเดียวกับเคิร์ด เนยแข็งที่ได้เมื่อรับประทานจะมีความรู้สึกเหมือนมีเม็ดทราย

**คุณลักษณะด้านการยอมรับรวมของเนยแข็งมอซซาเรลลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.4, 0.6 และ 0.8 ของปริมาณเคิร์ด**

ค่าสัดส่วนเฉลี่ยด้านการยอมรับรวมของเนยแข็งมอซซาเรลลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.4, 0.6 และ 0.8 ของปริมาณเคิร์ดมีค่า 0.80, 0.82 และ 0.56 ตามลำดับ ดังแสดงในตาราง 4.3.1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) พบว่าค่าสัดส่วนเฉลี่ยด้านการยอมรับรวมของเนยแข็งมอซซาเรลลาผสมสมุนไพรทั้ง 3 แบบ มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ ) โดยค่าสัดส่วนเฉลี่ยด้านการยอมรับรวมของเนยแข็งมอซซาเรลลาผสม

สมุนไพรร้อยละ 0.4 และ 0.6 ของปริมาณเคิร์ดมีค่าไม่แตกต่างกัน แต่มีค่าแตกต่างกับค่าสัดส่วนเฉลี่ยด้านการยอมรับรวมของเนยแข็งมอซซาเรลลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.8 ของปริมาณเคิร์ด



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Copyright © by Chiang Mai University  
All rights reserved

ตาราง 4.3.2. คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ มอชชาเรลดคาบคุม และมอชชาเรลดคาบคุมปริมาณแสงยูวี-ไพริสรีร้อยละ 0.4, 0.6 และ 0.8 ของปริมาณเคิร์ด

พารามิเตอร์	โปรตีน (ร้อยละ)	ไขมัน (ร้อยละ)	เกลือ (ร้อยละ)	ถั่ว (ร้อยละ)	ค่า (ร้อยละ)	ความชื้น (ร้อยละ)	ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละ)	ความเป็นกรด-ด่าง (pH)
1. มอชชาเรลดคาบคุม (ไม่เติมแสงยูวี)	20.40 ± 0.14 <sup>a</sup>	20.01 ± 0.01 <sup>c</sup>	1.38 ± 0.43 <sup>a</sup>	2.22 ± 0.01 <sup>a</sup>	47.25 ± 0.75 <sup>bc</sup>	0.34 ± 0.07 <sup>a</sup>	5.34 ± 0.14 <sup>a</sup>	
2. มอชชาเรลดคาบคุม (เติมแสงยูวี 0.2)	22.07 ± 0.01 <sup>d</sup>	17.40 ± 0.14 <sup>a</sup>	3.59 ± 0.78 <sup>b</sup>	2.50 ± 0.14 <sup>ab</sup>	45.86 ± 0.83 <sup>b</sup>	0.40 ± 0.00 <sup>b</sup>	4.33 ± 0.01 <sup>b</sup>	
3. มอชชาเรลดคาบคุมแสงยูวี-ไพริสรีร้อยละ 0.4	18.74 ± 0.00 <sup>a</sup>	19.56 ± 0.14 <sup>c</sup>	1.34 ± 0.03 <sup>a</sup>	3.06 ± 0.26 <sup>bc</sup>	47.58 ± 0.10 <sup>c</sup>	0.30 ± 0.07 <sup>a</sup>	5.36 ± 0.03 <sup>c</sup>	
4. มอชชาเรลดคาบคุมแสงยูวี-ไพริสรีร้อยละ 0.6	18.74 ± 0.01 <sup>a</sup>	18.45 ± 0.16 <sup>b</sup>	1.35 ± 0.03 <sup>a</sup>	3.36 ± 0.06 <sup>c</sup>	47.10 ± 0.28 <sup>bc</sup>	0.30 ± 0.06 <sup>c</sup>	5.36 ± 0.03 <sup>c</sup>	
5. มอชชาเรลดคาบคุมแสงยูวี-ไพริสรีร้อยละ 0.8	19.60 ± 0.141 <sup>b</sup>	18.25 ± 0.21 <sup>c</sup>	1.37 ± 0.01 <sup>a</sup>	3.53 ± 0.47 <sup>c</sup>	36.72 ± 0.77 <sup>a</sup>	0.38 ± 0.06 <sup>d</sup>	5.37 ± 0.01 <sup>d</sup>	

หมายเหตุ ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวเลขภายในวงเล็บที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งคือที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่จะมีความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ ) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้ LSD

ค่าเฉลี่ยของปริมาณโปรตีน ไขมัน เกลือ ถั่ว ความชื้น ปริมาณกรดทั้งหมด และความชื้นกรด-ด่าง ได้จากการวิเคราะห์ตัวอย่างแห้งที่เตรียมหืออบนาน 2 ชั่วโมง (ซ้ำ) แต่ละที่อบ 3 ซ้ำ

**ปริมาณโปรตีนของเนยแข็งมอซซาเรลลาชุดควบคุม มอซซาเรลลาต้นแบบ มอซซาเรลลาผสม  
สมุนไพรร้อยละ 0.4, 0.6 และ 0.8 ของปริมาณเคิร์ด**

ปริมาณโปรตีนของผลิตภัณฑ์แสดงในตาราง 4.3.2 แสดงให้เห็นว่าปริมาณโปรตีนของมอซซาเรลลาชุดควบคุม (ไม่เติมผงสมุนไพร) มอซซาเรลลาต้นแบบ มอซซาเรลลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.4, 0.6 และ 0.8 ของปริมาณเคิร์ดมีค่า 20.40, 22.07, 18.74, 18.74 และ 19.60 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA) พบว่าปริมาณโปรตีนของมอซซาเรลลาทั้ง 5 แบบมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ ) โดยปริมาณโปรตีนของเนยแข็งมอซซาเรลลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.4 และ 0.6 ของปริมาณเคิร์ดที่มีค่าไม่แตกต่างกัน มีปริมาณโปรตีนแตกต่างกับมอซซาเรลลาชุดควบคุม มอซซาเรลลาต้นแบบ มอซซาเรลลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.8 ของปริมาณเคิร์ด เนื่องจากในขั้นตอนการรีดเคิร์ดของการผลิตเนยแข็งมอซซาเรลลากลั่นรสสมุนไพร มีผลทำให้โครงสร้างโปรตีนในเนยแข็งมอซซาเรลลาถูกทำลายเนื่องจากแรงกด ทำให้ปริมาณโปรตีนในเนยแข็งลดลง ดังนั้นปริมาณโปรตีนในเนยแข็งแต่ละสูตรจึงมีปริมาณไม่เท่ากัน เพราะแรงที่ใช้ในการรีดเคิร์ดในการทดลองนี้ใช้แรงคนในการรีด

**ปริมาณไขมันของเนยแข็งมอซซาเรลลาชุดควบคุม มอซซาเรลลาต้นแบบ มอซซาเรลลาผสม  
สมุนไพรร้อยละ 0.4, 0.6 และ 0.8 ของปริมาณเคิร์ด**

ปริมาณไขมันของมอซซาเรลลาชุดควบคุม (ไม่เติมผงสมุนไพร) มอซซาเรลลาต้นแบบ มอซซาเรลลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.4, 0.6 และ 0.8 ของปริมาณเคิร์ดมีค่า 20.01, 17.40, 19.56, 18.45 และ 18.25 ตามลำดับ ดังแสดงในตาราง 4.3.2 เมื่อวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA) พบว่าปริมาณไขมันของมอซซาเรลลาทั้ง 5 แบบมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ ) โดยเนยแข็งมอซซาเรลลาที่เติมสมุนไพรร้อยละ 0.8 ของปริมาณเคิร์ดมีปริมาณไขมันน้อยกว่าเนยแข็งมอซซาเรลลาที่เติมสมุนไพรร้อยละ 0.4 และ 0.6 ของปริมาณเคิร์ด จากการศึกษาของ Samson และ Milena (2002). ได้ศึกษาการเติมสมุนไพรพวกมินต์ (native mint), เลมอน มิธเทิล (lemon myrtle) และมะเขือเทศ (bush tomato) ลงในเนยแข็ง และเปรียบเทียบคุณภาพทางเคมีของเนยแข็งทั้ง 3 ชนิดกับเนยแข็งชุดควบคุม (ไม่เติมสมุนไพร) พบว่าเนยแข็งที่เติมสมุนไพรจะมีปริมาณไขมันในเนยแข็งลดลง โดยเนยแข็งที่เติมมะเขือเทศซึ่งเติม



ปริมาณมากที่สุดจะมีปริมาณไขมันน้อยที่สุด เนื่องจากการเติมสมุนไพรมีผลทำให้ปฏิกิริยา  
 ลิโปไลซิสนั้นเกิดขึ้น ปริมาณไขมันในน้ำมันจึงลดลง

**ปริมาณเกลือของเนยแข็งมอซซาเรลลาชุดควบคุม มอซซาเรลลาต้นแบบ มอซซาเรลลาผสม  
 สมุนไพรร้อยละ 0.4, 0.6 และ 0.8 ของปริมาณเคิร์ด**

ปริมาณเกลือของเนยแข็งมอซซาเรลลาชุดควบคุม (ไม่เติมผงสมุนไพร) มอซซาเรลลา  
 ต้นแบบ มอซซาเรลลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.4, 0.6 และ 0.8 ของปริมาณเคิร์ดมีค่า 1.38, 3.59,  
 1.34, 1.35 และ 1.37 ตามลำดับ ดังแสดงในตาราง 4.3.2 เมื่อวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA)   
 พบว่าปริมาณเกลือของเนยแข็งมอซซาเรลลาทั้ง 5 แบบมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ  
 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ ) ปริมาณเกลือในเนยแข็งเกิดจากขั้นตอนการแช่น้ำเกลือ  
 ซึ่งมีการกำหนดระยะเวลาและความเข้มข้นของน้ำเกลือในการแช่ที่แน่นอน ทำให้ปริมาณเกลือที่  
 แพร่เข้าสู่เนยแข็งผสมสมุนไพรร้อยละ 0.4, 0.6 และ 0.8 ของปริมาณเคิร์ดมีค่าไม่แตกต่างกัน

**ปริมาณเถ้าของเนยแข็งมอซซาเรลลาชุดควบคุม มอซซาเรลลาต้นแบบ มอซซาเรลลาผสม  
 สมุนไพรร้อยละ 0.4, 0.6 และ 0.8 ของปริมาณเคิร์ด**

ปริมาณเถ้าของผลิตภัณฑ์แสดงในตาราง 4.3.2 แสดงให้เห็นว่าปริมาณเกลือของเนยแข็ง  
 มอซซาเรลลาชุดควบคุม (ไม่เติมผงสมุนไพร) มอซซาเรลลาต้นแบบ มอซซาเรลลาผสม  
 สมุนไพรร้อยละ 0.4, 0.6 และ 0.8 ของปริมาณเคิร์ดมีค่า 2.32, 2.50, 3.06, 3.36 และ 3.53  
 ตามลำดับ ดังแสดงในตาราง 4.3.2 เมื่อวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA) พบว่าปริมาณเถ้า  
 ของเนยแข็งมอซซาเรลลาทั้ง 5 แบบมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความ  
 เชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ ) โดยปริมาณเถ้าของเนยแข็งมอซซาเรลลาชุดควบคุมมีปริมาณเถ้า  
 แตกต่างกับมอซซาเรลลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.4 และ 0.6 ของปริมาณเคิร์ดที่ไม่แตกต่างกัน แต่  
 มอซซาเรลลาต้นแบบมีปริมาณเถ้าไม่แตกต่างกับมอซซาเรลลาชุดควบคุมและมอซซาเรลลาผสม  
 สมุนไพรร้อยละ 0.4 ที่มีค่าแตกต่างกัน ส่วนมอซซาเรลลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.4 ของปริมาณ  
 เคิร์ด มีปริมาณเถ้าไม่แตกต่างกับมอซซาเรลลาต้นแบบและมอซซาเรลลาร้อยละ 0.6 ของปริมาณ  
 เคิร์ดที่มีค่าแตกต่างกัน เนื่องจากปริมาณเถ้าเป็นค่าที่บอกถึงปริมาณสารประกอบอนินทรีย์ที่มีใน  
 อาหาร ดังนั้นการที่ปริมาณเถ้าของผลิตภัณฑ์มีค่าแตกต่างกัน อาจเกิดได้จากสมุนไพรที่ใช้เป็น  
 วัตถุดิบในปริมาณที่แตกต่างกันในการผลิตเนยแข็งมอซซาเรลลากลิ่นรสสมุนไพร โดยสมุนไพรที่

ใช้อาจมีสารประกอบอินทรีย์เป็นส่วนประกอบสมุนไพรสำเร็จรูป ทำให้ปริมาณเถ้าที่วิเคราะห์ ได้มีค่าแตกต่างกันตามปริมาณสมุนไพรที่ใช้

**ปริมาณความชื้นของเนยแข็งมอซซาเรลลาหุดควบคุม มอซซาเรลลาต้นแบบ มอซซาเรลลา ผสมสมุนไพรร้อยละ 0.4, 0.6 และ 0.8 ของปริมาณเคิร์ด**

ปริมาณความชื้นของเนยแข็งมอซซาเรลลาหุดควบคุม (ไม่เติมผงสมุนไพร) มอซซาเรลลา ต้นแบบ มอซซาเรลลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.4, 0.6 และ 0.8 ของปริมาณเคิร์ดมีค่า 47.25, 45.86, 47.58, 47.10 และ 36.72 ตามลำดับ แสดงดังตาราง 4.3.2 เมื่อวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA) พบว่าปริมาณความชื้นของเนยแข็งมอซซาเรลลาทั้ง 5 แบบมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ ) โดยปริมาณความชื้นของเนยแข็งมอซซาเรลลาต้นแบบ มอซซาเรลลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.4 และ 0.8 ของปริมาณเคิร์ดมีค่าแตกต่างกัน ส่วนมอซซาเรลลาหุดควบคุมและมอซซาเรลลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.6 ของปริมาณเคิร์ดมีค่าไม่แตกต่างกับมอซซาเรลลาต้นแบบและมอซซาเรลลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.4 ของปริมาณเคิร์ดที่มีค่าแตกต่างกัน

จะเห็นว่าเนยแข็งมอซซาเรลลาที่เติมสมุนไพรร้อยละ 0.8 ของปริมาณเคิร์ด มีปริมาณความชื้นต่ำกว่าเนยแข็งมอซซาเรลลาที่เติมสมุนไพรร้อยละ 0.4, 0.6 และเนยแข็งมอซซาเรลลาควบคุม เนื่องจากปริมาณสมุนไพรที่ใช้ผลิตเนยแข็งมอซซาเรลลาผสมสมุนไพรมีผลต่อปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ โดยปริมาณสมุนไพรที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ลดลง

**ปริมาณกรดทั้งหมดของเนยแข็งมอซซาเรลลาหุดควบคุม มอซซาเรลลาต้นแบบ มอซซาเรลลา ผสมสมุนไพรร้อยละ 0.4, 0.6 และ 0.8 ของปริมาณเคิร์ด**

ปริมาณกรดทั้งหมดของเนยแข็งมอซซาเรลลาหุดควบคุม (ไม่เติมผงสมุนไพร) มอซซาเรลลา ต้นแบบ มอซซาเรลลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.4, 0.6 และ 0.8 ของปริมาณเคิร์ดมีค่า 0.34, 0.40, 0.30, 0.30 และ 0.28 ตามลำดับ แสดงดังตาราง 4.3.2 เมื่อวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA) พบว่าปริมาณกรดทั้งหมดของเนยแข็งมอซซาเรลลาทั้ง 5 แบบมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ ) โดยปริมาณกรดทั้งหมดของเนยแข็งมอซซาเรลลาที่เติมสมุนไพรร้อยละ 0.4 และ 0.6 ของปริมาณเคิร์ดที่มีค่าไม่แตกต่าง

มีปริมาณกรดทั้งหมดแตกต่างกันกับเนยแข็งมอซซาเรลลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.8 ของปริมาณเคิร์ด มอซซาเรลลาชุดควบคุม มอซซาเรลลาดั้งแบบ

จะเห็นว่าเนยแข็งมอซซาเรลลาที่เติมสมุนไพร มีปริมาณกรดน้อยกว่าเนยแข็งมอซซาเรลลาชุดควบคุม ( ไม่เติมผงสมุนไพร ) เนื่องจากสมุนไพรมีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์บางชนิด ( ยิวดี, 2537 ) โดยจุลินทรีย์ที่ในน้ำนมส่วนมากเป็นจุลินทรีย์ที่สามารถเปลี่ยนน้ำตาลแล็กโตสเป็นกรดแล็กติก ( lactic acid ) ( Paul, 2004 )

**ค่าความเป็นกรด-ด่างของเนยแข็งมอซซาเรลลาชุดควบคุม มอซซาเรลลาดั้งแบบ มอซซาเรลลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.4, 0.6 และ 0.8 ของปริมาณเคิร์ด**

ค่าความเป็นกรดค่าความเป็นกรด-ด่างของเนยแข็งมอซซาเรลลาชุดควบคุม(ไม่เติมผงสมุนไพร) มอซซาเรลลาดั้งแบบ มอซซาเรลลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.4, 0.6 และ 0.8 ของปริมาณเคิร์ดมีค่า 5.34, 4.33, 5.36, 5.36 และ 5.37 ตามลำดับ แสดงดังตาราง 4.3.2 เมื่อวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน ( ANOVA ) พบว่าค่าความเป็นกรด - ด่างของเนยแข็งมอซซาเรลลาทั้ง 5 แบบมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ ) โดยค่าความเป็นกรด-ด่างของเนยแข็งมอซซาเรลลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.4 และ 0.6 ของปริมาณเคิร์ดที่มีค่าไม่แตกต่างกัน มีค่าความเป็นกรดแตกต่างกันกับมอซซาเรลลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.8 ของปริมาณเคิร์ด มอซซาเรลลาชุดควบคุม มอซซาเรลลาดั้งแบบ

จะเห็นว่าเนยแข็งมอซซาเรลลาผสมสมุนไพร มีค่าความเป็นกรด - ด่างสูงกว่ามอซซาเรลลาชุดควบคุม ( ไม่เติมผงสมุนไพร ) มอซซาเรลลาดั้งแบบ เนื่องจากมอซซาเรลลาที่เติมสมุนไพร มีคุณสมบัติยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์จึงมีปริมาณจุลินทรีย์ที่ผลิตกรดน้อยกว่ามอซซาเรลลาที่ไม่เติมสมุนไพร ทำให้ผลิตภัณฑ์เนยแข็งมอซซาเรลลาที่เติมสมุนไพรมีค่าความเป็นกรด - ด่างต่ำ

ตาราง 4.3.3 คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ มอชชาเรลลาควบคุม มอชชาเรลลาต้นแบบ และมอชชาเรลลาที่เติมปริมาณผงสมุนไพรผสมร้อยละ 0.4 , 0.6 และ 0.8 ของปริมาณเคิร์ด

ชุดการทดลอง	ค่าสี			ค่าแรงกด (N)
	L	a	b	
1. มอชชาเรลลาชุดควบคุม (ไม่ใส่ผงสมุนไพร)	64.16 ± 0.14 <sup>d</sup>	(-4.21)±0.04 <sup>a</sup>	15.22 ± 0.16 <sup>b</sup>	3.49 ± 0.014 <sup>a</sup>
2. มอชชาเรลลาต้นแบบ (คลุกสมุนไพรผสมร้อยละ0.2)	63.02 ± 0.82 <sup>b</sup>	1.38 ± 0.21 <sup>d</sup>	14.97 ± 0.01 <sup>b</sup>	5.60 ± 0.14 <sup>c</sup>
3. มอชชาเรลลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.4	62.35 ± 1.47 <sup>c</sup>	(-2.20)±0.22 <sup>b</sup>	17.28 ± 0.68 <sup>c</sup>	15.65 ± 0.04 <sup>b</sup>
4. มอชชาเรลลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.6	62.35 ± 1.84 <sup>d</sup>	(-0.84)±0.38 <sup>c</sup>	20.07 ± 0.45 <sup>d</sup>	17.50 ± 0.00 <sup>b</sup>
5. มอชชาเรลลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.8	47.95 ± 1.12 <sup>c</sup>	(-1.06)±0.38 <sup>c</sup>	10.00 ± 0.46 <sup>a</sup>	21.50 ± 0.42 <sup>d</sup>

หมายเหตุ

- ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
- ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวตั้งเดียวกันที่แตกต่างกัน แสดงว่าเป็นค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )
- เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้ LSD
- ค่าเฉลี่ยของค่าสี L , a , b ได้จากการวิเคราะห์ตัวอย่างเนยแข็งที่เตรียมเหมือนกัน 2 ก้อน(ซ้ำ) แต่ละก้อนวัด 3 ซ้ำ
- ค่าแรงกดได้จากการทดลอง ได้จากการวิเคราะห์ตัวอย่างเนยแข็งที่เตรียมเหมือนกัน 2 ก้อน(ซ้ำ) แต่ละก้อนวัด 3 ซ้ำ

**ค่าสี L ของผลิตภัณฑ์เนยแข็งมอชซาเรลาหูดควบคุม มอชซาเรลาต้นแบบ มอชซาเรลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.4, 0.6 และ 0.8 ของปริมาณเคิร์ด**

ค่าสี L ซึ่งเป็นค่าที่แสดงความสว่างของผลิตภัณฑ์ จากตารางค่าสี L ของเนยแข็งมอชซาเรลาหูดควบคุม (ไม่เติมสมุนไพร) มอชซาเรลาต้นแบบ มอชซาเรลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.4, 0.6 และ 0.8 ของปริมาณเคิร์ด มีค่า 64.16, 63.02, 62.35, 62.35 และ 47.95 ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) พบว่าค่าสี L ของผลิตภัณฑ์ทั้ง 5 แบบมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ ) โดยค่าสี L ของมอชซาเรลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.4 และ 0.6 ของปริมาณเคิร์ดมีค่าไม่แตกต่างกัน แต่มีค่าสี L แตกต่างกับมอชซาเรลาหูดควบคุม มอชซาเรลาต้นแบบ มอชซาเรลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.8 ของปริมาณเคิร์ด โดยเมื่อปริมาณสมุนไพรที่เติมลงในเนยแข็งเพิ่มขึ้น มีผลทำให้ค่าสี L ซึ่งแสดงถึงความสว่างของผลิตภัณฑ์ลดลง

**ค่าสี a ของผลิตภัณฑ์เนยแข็งมอชซาเรลาหูดควบคุม มอชซาเรลาต้นแบบ มอชซาเรลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.4, 0.6 และ 0.8 ของปริมาณเคิร์ด**

ค่าสี a ซึ่งแสดงถึงค่าสีแดง (ค่าบวก) และค่าสีเขียว (ค่าลบ) จากตาราง 4.3.3 พบว่าค่าสี a ของเนยแข็งมอชซาเรลาหูดควบคุม (ไม่เติมสมุนไพร) มอชซาเรลาต้นแบบ มอชซาเรลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.4, 0.6 และ 0.8 ของปริมาณเคิร์ด มีค่า -4.21, 1.38, -2.20, -0.84 และ -1.06 ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) พบว่าค่าสี a ของผลิตภัณฑ์ทั้ง 5 แบบมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ ) โดยค่าสี a ของมอชซาเรลาหูดควบคุม มอชซาเรลาต้นแบบและเนยแข็งมอชซาเรลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.6 และ 0.8 ของปริมาณเคิร์ดที่ไม่แตกต่างกัน มีค่าสี a แตกต่างกับค่าสี a ของเนยแข็งมอชซาเรลาหูดควบคุม มอชซาเรลาต้นแบบ เนยแข็งมอชซาเรลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.4 ของปริมาณเคิร์ด

**ค่าสี b ของผลิตภัณฑ์เนยแข็งมอชชาเรลาชุดควบคุม มอชชาเรลาต้นแบบ มอชชาเรลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.4, 0.6 และ 0.8 ของปริมาณเคิร์ด**

ค่าสี b ซึ่งแสดงถึงค่าสีเหลือง (ค่าบวก) และค่าสีน้ำเงิน (ค่าลบ) จากตาราง 4.3.3 พบว่าค่าสี b ของเนยแข็งมอชชาเรลาชุดควบคุม (ไม่เติมสมุนไพร) มอชชาเรลาต้นแบบ มอชชาเรลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.4, 0.6 และ 0.8 ของปริมาณเคิร์ด มีค่า 15.22, 14.97, 17.28, 20.07 และ 10.00 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) พบว่าค่าสี b ของมอชชาเรลาทั้ง 5 แบบมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ ) โดยค่าสี b ของมอชชาเรลาชุดควบคุมและมอชชาเรลาต้นแบบที่มีค่าไม่แตกต่างกัน มีค่าแตกต่างกับค่าสี b ของเนยแข็งมอชชาเรลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.4, 0.6 และ 0.8 ของปริมาณเคิร์ดมีค่าแตกต่าง

**ค่าแรงกดของผลิตภัณฑ์เนยแข็งมอชชาเรลาชุดควบคุม มอชชาเรลาต้นแบบ มอชชาเรลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.4, 0.6 และ 0.8 ของปริมาณเคิร์ด**

ค่าแรงกดของผลิตภัณฑ์แสดงในตาราง 4.3.3 แสดงให้เห็นว่าค่าแรงกดของมอชชาเรลาชุดควบคุม (ไม่เติมสมุนไพร) มอชชาเรลาต้นแบบ มอชชาเรลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.4, 0.6 และ 0.8 ของปริมาณเคิร์ดมีค่า 3.49, 5.60, 15.65, 17.5 และ 21.50 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA) พบว่าค่าแรงกดของมอชชาเรลาทั้ง 5 แบบมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ ) โดยค่าแรงกดของเนยแข็งมอชชาเรลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.4 และ 0.6 ของปริมาณเคิร์ดที่มีค่าไม่แตกต่างกัน มีค่าแตกต่างกับค่าแรงกดของเนยแข็งมอชชาเรลาชุดควบคุม มอชชาเรลาต้นแบบ มอชชาเรลาผสมสมุนไพร 0.8 ของปริมาณเคิร์ดมีค่าแตกต่าง

ปริมาณสมุนไพรมากทำให้ปริมาณความชื้นของเนยแข็งลดลง โดยปริมาณความชื้นที่ลดลงมีผลทำให้เนยแข็งมีความแข็งมากขึ้น ส่งผลให้ค่าแรงกดเพิ่มขึ้น

ตาราง 4.3.4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เนยแข็งมอชซาเรลลาที่เติมสมุนไพรร้อยละ 0.4, 0.6 และ 0.8 ของปริมาณเคิร์ด

สิ่งทดลอง	ปริมาณเชื้อที่ตรวจพบ		
	Aerobic Plate Count (cfu/ g)	Coliform Bacteria (MPN/ g)	Yeast & Mold (cfu/ g)
1. มอชซาเรลลาผสม สมุนไพรร้อยละ 0.4	$1.57 \times 10^3$	240	< 10
2. มอชซาเรลลาผสม สมุนไพรร้อยละ 0.6	$1.14 \times 10^3$	240	< 10
3. มอชซาเรลลาผสม สมุนไพรร้อยละ 0.8	$1.08 \times 10^3$	110	< 10

หมายเหตุ - ค่าเฉลี่ยของปริมาณจุลินทรีย์ได้จากการวัด 2 ซ้ำ

ของผลิตภัณฑ์เนยแข็งมอชซาเรลลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.4, 0.6 และ 0.8 ของปริมาณเคิร์ด

ตาราง 4.3.4 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เนยแข็งมอชซาเรลลา กลิ้นรสสมุนไพร โดยปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของเนยแข็งมอชซาเรลลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.4, 0.6 และ 0.8 ของปริมาณเคิร์ดมีปริมาณ  $1.57 \times 10^3$ ,  $1.14 \times 10^3$  และ  $1.08 \times 10^3$  โคโลนี/กรัม ตามลำดับ ปริมาณโคลิฟอร์ม (coliform) ของเนยแข็งมอชซาเรลลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.4, 0.6 และ 0.8 ของปริมาณเคิร์ดมีปริมาณ 240, 240 และ 110 MPN/g ตามลำดับ ปริมาณยีสต์และราของมอชซาเรลลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.4, 0.6 และ 0.8 ของปริมาณเคิร์ดมีปริมาณน้อยกว่า 10 โคโลนี/กรัม ซึ่งผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ชนิดมีคุณภาพทางจุลินทรีย์ตามเกณฑ์คุณภาพของจุลชีววิทยาอาหารกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 31 พ.ศ. 2522 ซึ่งกำหนดว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบ

ต้องมีค่าไม่เกิน  $1 \times 10^6$  โคโลนี / กรัม ไม่พบยีสต์และรา ปริมาณ โคลิฟอร์ม (coliform) โดยวิธี MPN น้อยกว่า 500 MPN/g และอี โคไล (*E. coli*) มีค่าน้อยกว่า 3 MPN/g และไม่พบจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค (กรมควบคุมอาหาร กระทรวงสาธารณสุข, 2522)

#### การผลิตเนยแข็งมอซซาเรลลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.4, 0.6 และ 0.8 ของปริมาณเคิร์ด

จากตาราง 4.3.2 และ 4.3.3 เนยแข็งมอซซาเรลลาที่เติมสมุนไพรผสมร้อยละ 0.4 และ 0.6 ของปริมาณเคิร์ด มีคุณภาพทางเคมีใกล้เคียงกับคุณภาพเนยแข็งมอซซาเรลลาที่ผลิตโดยทั่วไปที่มีความชื้นร้อยละ 48 โปรตีนร้อยละ 22 ไขมันร้อยละ 24.5 เกลือร้อยละ 3 (milk ingredient.ca, 2004) มากกว่าเนยแข็งมอซซาเรลลาที่เติมสมุนไพรร้อยละ 0.8 ของปริมาณเคิร์ด

เมื่อพิจารณาคูณภาพทางด้านประสาทสัมผัส พบว่าเนยแข็งมอซซาเรลลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.6 ของปริมาณเคิร์ดมีจำนวนค่าสัดส่วนของคุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงกับคุณลักษณะผลิตภัณฑ์ในอุดมคติมากที่สุด ได้แก่ คุณลักษณะด้านสี (ขึ้นกับปริมาณสมุนไพรที่ใช้) ความมันวาว กลิ่นรสสมุนไพร (ปริมาณสมุนไพรมากจะได้กลิ่นมาก) การยอมรับรวม จึงใช้เนยแข็งมอซซาเรลลาผสมสมุนไพรร้อยละ 0.6 ของปริมาณเคิร์ดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในขั้นตอนต่อไป



#### 4.4 ผลการทดลองหาอัตราส่วนของสมุนไพรในการผลิตเนยแข็งมอซซาเรลลากลิ่นรสสมุนไพร

ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนยแข็งมอซซาเรลลากลิ่นรสสมุนไพรทั้ง 14 สูตร ได้ผลดังตาราง 4.4.1

ตาราง 4.4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพผลิตภัณฑ์ทางประสาทสัมผัสด้านสี การกระจายตัวของเนื้อสมุนไพร ความมันวาว และกลิ่นรสนม เมื่อผันแปรอัตราส่วนสมุนไพร 14 สูตร

สูตรที่	คุณภาพด้านประสาทสัมผัส			
	สี	การกระจายตัวของเนื้อสมุนไพร	ความมันวาว	กลิ่นรสนม
1	$1.02 \pm 0.02$	$0.86 \pm 0.02$	$1.02 \pm 0.05$	$0.53 \pm 0.04$
2	$0.99 \pm 0.03$	$0.88 \pm 0.03$	$0.97 \pm 0.07$	$0.53 \pm 0.03$
3	$0.99 \pm 0.03$	$0.89 \pm 0.03$	$1.03 \pm 0.03$	$0.55 \pm 0.03$
4	$0.97 \pm 0.03$	$0.90 \pm 0.02$	$1.01 \pm 0.05$	$0.55 \pm 0.03$
5	$1.02 \pm 0.03$	$0.88 \pm 0.02$	$1.03 \pm 0.10$	$0.55 \pm 0.03$
6	$0.98 \pm 0.04$	$0.88 \pm 0.03$	$0.98 \pm 0.06$	$0.54 \pm 0.02$
7	$1.02 \pm 0.03$	$0.88 \pm 0.03$	$1.01 \pm 0.05$	$0.52 \pm 0.03$
8	$1.00 \pm 0.03$	$0.86 \pm 0.04$	$1.02 \pm 0.04$	$0.53 \pm 0.01$
9	$0.99 \pm 0.03$	$0.86 \pm 0.04$	$0.99 \pm 0.04$	$0.53 \pm 0.02$
10	$1.00 \pm 0.04$	$0.92 \pm 0.03$	$1.02 \pm 0.44$	$0.54 \pm 0.02$
11	$0.99 \pm 0.03$	$0.86 \pm 0.03$	$0.97 \pm 0.06$	$0.54 \pm 0.02$
12	$0.97 \pm 0.04$	$0.87 \pm 0.03$	$0.97 \pm 0.06$	$0.54 \pm 0.02$
13	$1.00 \pm 0.04$	$0.85 \pm 0.03$	$0.98 \pm 0.06$	$0.53 \pm 0.02$
14	$0.97 \pm 0.04$	$0.92 \pm 0.02$	$1.02 \pm 0.04$	$0.56 \pm 0.01$

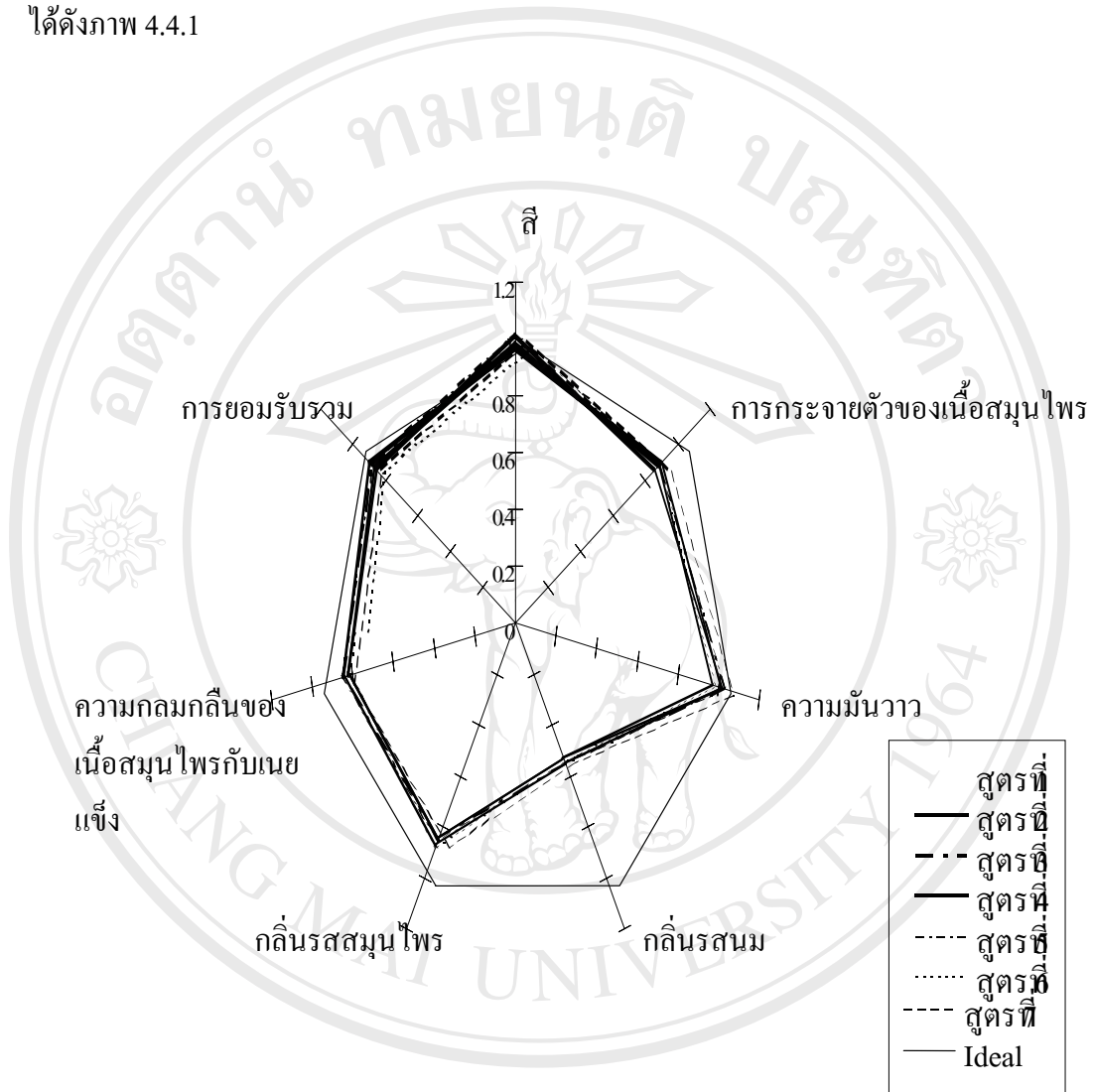
หมายเหตุ - ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าสัดส่วนเฉลี่ย  $\pm$  ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัส 10 คน

ตาราง 4.4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ทางประสาทสัมผัส ด้านกลิ่นรสสมุนไพร ความกลมกลืนของเนื้อสมุนไพรกับเนยแข็ง การยอมรับรวม เมื่อผันแปรอัตราส่วนสมุนไพร 14 สูตร

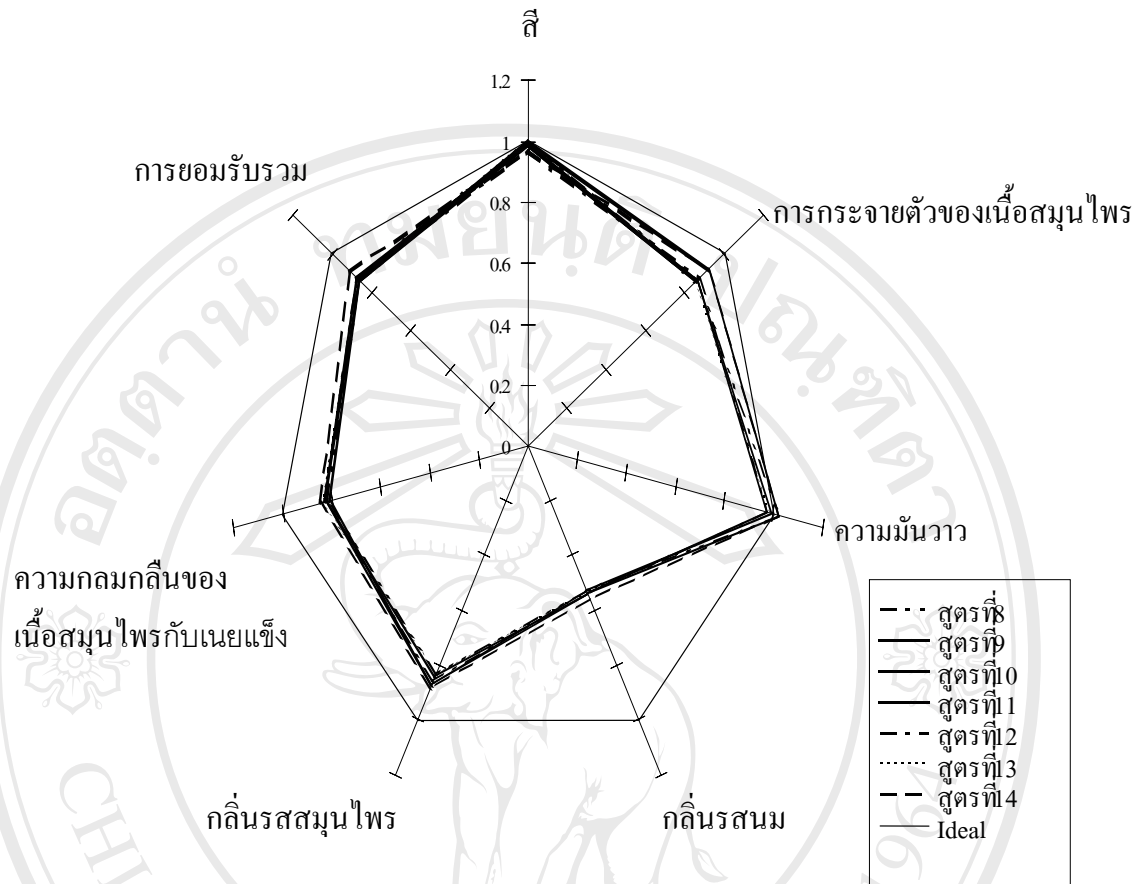
สูตรที่	คุณภาพด้านประสาทสัมผัส		
	กลิ่นรสสมุนไพร	ความกลมกลืนของเนื้อสมุนไพรกับเนยแข็ง	การยอมรับรวม
1	$0.84 \pm 0.01$	$0.83 \pm 0.02$	$0.86 \pm 0.04$
2	$0.84 \pm 0.02$	$0.83 \pm 0.03$	$0.87 \pm 0.04$
3	$0.84 \pm 0.02$	$0.85 \pm 0.04$	$0.89 \pm 0.05$
4	$0.87 \pm 0.01$	$0.85 \pm 0.02$	$0.90 \pm 0.03$
5	$0.85 \pm 0.02$	$0.86 \pm 0.02$	$0.89 \pm 0.05$
6	$0.88 \pm 0.02$	$0.82 \pm 0.04$	$0.88 \pm 0.05$
7	$0.85 \pm 0.02$	$0.86 \pm 0.02$	$0.90 \pm 0.04$
8	$0.83 \pm 0.04$	$0.82 \pm 0.04$	$0.86 \pm 0.04$
9	$0.87 \pm 0.02$	$0.81 \pm 0.05$	$0.86 \pm 0.03$
10	$0.84 \pm 0.05$	$0.83 \pm 0.04$	$0.86 \pm 0.02$
11	$0.87 \pm 0.04$	$0.83 \pm 0.03$	$0.87 \pm 0.02$
12	$0.86 \pm 0.02$	$0.83 \pm 0.05$	$0.87 \pm 0.03$
13	$0.83 \pm 0.02$	$0.84 \pm 0.03$	$0.87 \pm 0.03$
14	$0.88 \pm 0.01$	$0.85 \pm 0.02$	$0.91 \pm 0.02$

หมายเหตุ - ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าสัดส่วนเฉลี่ย  $\pm$  ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ค่าสัดส่วนเฉลี่ย (Mean Ideal Ratio Score) ที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของแต่ละลักษณะในแต่ละสิ่งทดลองจะนำมาสร้างเค้าโครงผลิตภัณฑ์ ในรูปแบบกราฟใยแมงมุมแสดงได้ดังภาพ 4.4.1



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
 Copyright © by Chiang Mai University  
 All rights reserved  
 ภาพ 4.4.1 กราฟเค้าโครงผลิตภัณฑ์เนยแข็งมอซซาเรลลา กลิ่นรสสมุนไพร สูตร 1 – 7 และค่า Ideal



ภาพ 4.4.2 กราฟเค้าโครงผลิตภัณฑ์เนยแข็งมอซซาร์เรลลากลิ่นรสสุม่นไฟสูตร 8-14 และค่า Ideal

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนยแข็งมอซซาร์เรลลากลิ่นรสสุม่นไฟ 14 สูตร แสดงในตาราง 4.4.1 และภาพ 4.4.1 แสดงให้เห็นว่าค่าสัดส่วนเฉลี่ยคุณลักษณะด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ทั้ง 14 สูตร มีค่าดังนี้ คุณลักษณะด้านสีมีค่าอยู่ในช่วง 0.97 ถึง 1.02 การกระจายตัวของเนื้อสุม่นไฟมีค่าอยู่ในช่วง 0.85 ถึง 0.92 ความมั่นคงมีค่าอยู่ในช่วง 0.97 ถึง 1.03 กลิ่นรสนมมีค่าอยู่ในช่วง 0.52 ถึง 0.56 กลิ่นรสสุม่นไฟมีค่าอยู่ในช่วง 0.83 ถึง 0.88 ความกลมกลืนของเนื้อสุม่นไฟกับเนยแข็งมีค่าอยู่ในช่วง 0.81 ถึง 0.86 การยอมรับรวมมีค่าอยู่ในช่วง 0.86 ถึง 0.91 เมื่อนำค่าสัดส่วนเฉลี่ยแต่ละคุณลักษณะด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์วิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA) ในขั้นตอน Analysis ของโปรแกรม Design-Expert พบว่า โดยลักษณะความชอบด้านประสาทสัมผัสของลักษณะสี การกระจายตัว

ของสมุนไพรรวม ความมันวาว และกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ทั้ง 14 สูตร มีค่าสัดส่วนเฉลี่ยไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p > 0.05$ ) ส่วนลักษณะความชอบด้านกลิ่นรสสมุนไพรรวม ความเป็นเนื้อเดียวกันและการยอมรับรวม มีค่าสัดส่วนเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ )

ตาราง 4.4.3 คุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์เนยแข็งมอซซาเรลลา 14 สูตร

สูตร	ค่าสี			ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	ค่าแรงกด (ร้อยละ)
	L	a	b		
1	52.25±0.03	1.25±0.03	15.17±0.27	50.6±0.18	18.60±0.50
2	50.74±0.29	0.66±0.05	15.04±0.56	52.02±0.43	21.56±0.40
3	49.92±0.00	1.30±0.00	14.72±0.00	47.99±0.30	21.77±0.00
4	48.72±0.01	0.76±0.03	15.4±0.95	51.19±0.33	21.85±0.00
5	52.96±0.47	1.39±0.14	14.26±0.09	49.70±0.27	21.74±0.15
6	49.54±0.01	0.69±0.25	14.74±0.13	48.94±0.45	21.85±0.00
7	52.32±0.45	0.68±0.22	13.95±0.16	50.6±0.18	19.84±0.00
8	52.71±0.01	0.37±0.00	15.17±0.22	50.74±0.06	21.85±0.00
9	51.68±0.00	0.46±0.03	16.08±0.08	52.10±0.40	16.18±0.14
10	52.96±1.09	0.60±0.23	15.56±0.35	50.35±0.00	21.85±0.00
11	50.06±0.01	0.15±0.03	14.9±0.06	51.40±0.23	16.36±0.18
12	49.16±0.00	0.91±0.16	15.08±0.37	50.44±0.10	14.26±0.56
13	52.82±0.01	0.98±0.05	16.10±0.30	48.11±0.45	21.82±0.04
14	48.64±0.45	1.14±0.08	14.26±0.40	49.14±0.17	21.70±0.10

หมายเหตุ - ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- ค่าเฉลี่ยของค่าสี L, a, b ได้จากการวัด 3 ซ้ำ

- ค่าเฉลี่ยของค่าแรงกด ได้จากการวัด 3 ซ้ำ

- ค่าเฉลี่ยของปริมาณความชื้น ได้จากการวัด 3 ซ้ำ

ตาราง 4.4.3 แสดงผลการวิเคราะห์ทางกายภาพและทางเคมีของผลิตภัณฑ์ทั้ง 14 สูตร ได้แก่ ค่าสี L ค่าสี a ค่าสี b โดยค่าสี L (ความสว่าง) อยู่ในช่วง 48.64 ถึง 52.96 ค่าสี a (สีแดง - สีเขียว) อยู่ในช่วง 48.64 ถึง 52.96 ค่าสี b (สีเหลือง - สีนํ้าเงิน) อยู่ในช่วง 13.95 ถึง 16.10 นำค่าสี L, a และ b วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) โดยใช้โปรแกรม Design-Expert ในขั้นตอน Analysis พบว่าค่าคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทั้ง 14 สูตรได้แก่ ค่าสี L มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ ) ส่วนค่าสี a และ b มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p > 0.05$ ) ทั้งนี้สูตรสมุนไพรผงได้แก่ ข่า หอมแดง และตะไคร้ทั้ง 14 สูตรมีสีน้ำตาลแดงเหมือนกัน แต่ความเข้มสีแตกต่างกัน แม้ว่าสูตรสมุนไพรผสมแต่ละสูตรมีปริมาณสมุนไพรแต่ละชนิดแตกต่างกัน แต่ปริมาณสมุนไพรผสมมีปริมาณเท่ากัน สีของเนยแข็งมอชซาเรลลากลิ้นรสสมุนไพรทั้ง 14 สูตร จึงมีสีเหมือนกัน (ค่าสี a และ b) แต่ความสว่างไม่เท่ากัน (ค่าสี L)

สำหรับค่าแรงกดและปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ทั้ง 14 สูตร แสดงในตาราง 4.4.3 แสดงให้เห็นว่าค่าแรงกดอยู่ในช่วง 14.26 ถึง 21.85 และปริมาณความชื้นอยู่ในช่วง 48.11 ถึง 52.10 นำค่าแรงกดและปริมาณความชื้นวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) โดยใช้โปรแกรม Design-Expert ในขั้นตอน Analysis; ANOVA พบว่าค่าแรงกดและปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ทั้ง 14 สูตรมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p > 0.05$ )

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า อัตราส่วนผสมสมุนไพรที่แตกต่างกัน 14 สูตร มีผลทำให้ค่าสัดส่วนเฉลี่ยของลักษณะด้านกลิ่นรสสมุนไพร ความกลมกลืนของเนื้อสมุนไพรกับเนยแข็ง การยอมรับรวมและค่าสี L ของผลิตภัณฑ์เนยแข็งมอชซาเรลลากลิ้นรสสมุนไพรทั้ง 14 สูตรมีค่าแตกต่างกัน

ในขั้นตอน Analysis; ANOVA ของโปรแกรม Design-Expert จะได้ผลการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าคุณภาพต่างๆ ของผลิตภัณฑ์กับสมุนไพรผสมทั้ง 3 ชนิด โดยสมการที่ได้ต้องมีค่า  $R^2 \geq 0.800$  โดยค่า  $R^2$  บอกถึง ค่าคุณภาพนั้นๆ (ค่าสี L, กลิ่นรสสมุนไพร, ความกลมกลืนของเนื้อสมุนไพรกับเนยแข็ง, การยอมรับรวม) ได้รับผลหรืออิทธิพลจากตัวแปรที่อยู่ในสมการ ( ข่า หอมแดง ตะไคร้ ) 80 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป ( $R^2 \geq 0.800$ ) ส่วนเปอร์เซ็นต์ที่เหลือ เป็นผลจากตัวแปรหรือปัจจัยอื่นที่ไม่ทราบได้ (อิศรพงษ์, 2545)

สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีผลต่อค่าคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{ค่าสี L} &= -32.453 (\text{ข้า}) - 35.242 (\text{หอมแดง}) - 10.205 (\text{ตะไคร้}) + 1.950 \\ &\quad (\text{ข้า} \times \text{หอมแดง}) + 0.894 (\text{ข้า} \times \text{ตะไคร้}) + 0.942 (\text{หอมแดง} \times \text{ตะไคร้}) \\ &\quad - 0.040 (\text{ข้า} \times \text{หอมแดง} \times \text{ตะไคร้}) \\ &\quad (R^2 = 0.9043) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{กลิ่นรสสมุนไพร} &= -6.96 \times 10^{-3} (\text{ข้า}) + 0.012 (\text{หอมแดง}) + 7.78 \times 10^{-3} (\text{ตะไคร้}) \\ &\quad (R^2 = 0.9402) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ความกลมกลื่นของเนื้อสมุนไพรกับเนยแข็ง} &= -0.010 (\text{ข้า}) + 9.43 \times 10^{-3} (\text{หอมแดง}) + 6.78 \times \\ &\quad 10^{-3} (\text{ตะไคร้}) \\ &\quad (R^2 = 0.8342) \end{aligned}$$

$$\text{การยอมรับรวม} = 0.010 (\text{ข้า}) + 0.011 (\text{หอมแดง}) + 6.76 \times 10^{-3} (\text{ตะไคร้})$$

$$(R^2 = 0.8772)$$

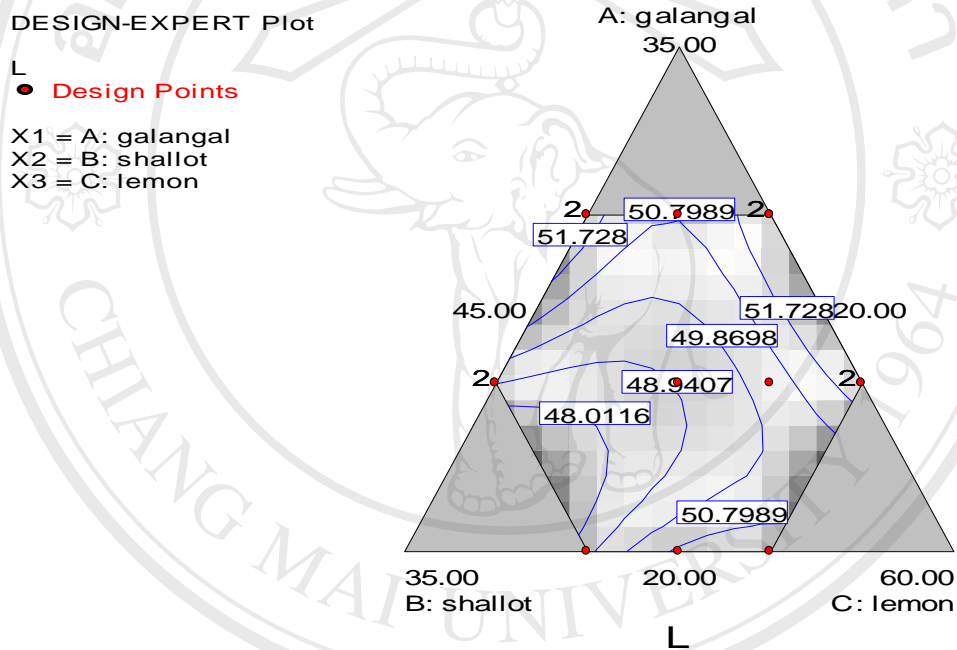
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright © by Chiang Mai University

All rights reserved

นอกจากนี้ยังได้กราฟ (ภาพ 4.4.3, 4.4.4, 4.4.5, 4.4.6) แสดงค่าคุณภาพแต่ละค่ากับระดับปัจจัย (สมุนไพร 3 ชนิด) ที่ระดับสูง-ต่ำ กำหนดให้แต่ละด้านของสามเหลี่ยมเป็นระดับต่ำสุดของสมุนไพรที่ระบุไว้ ณ มุมตรงกันข้ามกับด้านนั้น และระดับสูงสุดของสมุนไพรแต่ละชนิดคือเส้นตรงที่ขนานกับด้านของสามเหลี่ยมที่แสดงระดับต่ำสุดของสมุนไพรชนิดเดียวกัน โดยเส้นตรงที่แสดงระดับสูงสุดของสมุนไพรทั้ง 3 ชนิด จะเชื่อมต่อกับด้านแต่ละด้านของรูปสามเหลี่ยม

ดังนั้นจะได้รูปหกเหลี่ยมด้านเท่าอยู่ภายในรูปสามเหลี่ยม ซึ่งพื้นที่ภายในรูปหกเหลี่ยมคือ อัตราส่วนสมุนไพรที่มีปริมาณสมุนไพรทั้ง 3 ชนิดอยู่ในระดับสูง-ต่ำตามที่กำหนดข้างต้น โดย เส้นสีน้ำเงินแต่ละเส้นที่แสดงในพื้นที่รูปหกเหลี่ยม แสดงช่วงของค่าสี L กลิ่นรสสมุนไพร ความกลมกลืนกันของเนื้อสมุนไพรกับเนยแข็ง การยอมรับรวม แต่ละค่าที่ได้จากผลการทดลอง



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
 ภาพ 4.4.3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าสี L กับสมุนไพรข่า หอมแดง และตะไคร้  
 Copyright © by Chiang Mai University  
 All rights reserved



DESIGN-EXPERT Plot

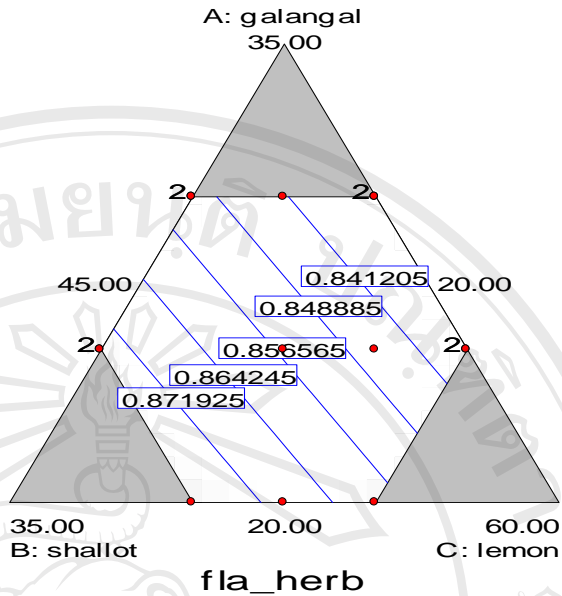
fla\_herb

● Design Points

X1 = A: galangal

X2 = B: shallot

X3 = C: lemon



ภาพ 4.4.4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัดส่วนเฉลี่ยกลิ่นรสสมุนไพรกับสมุนไพรข่า หอมแดง และตะไคร้

DESIGN-EXPERT Plot

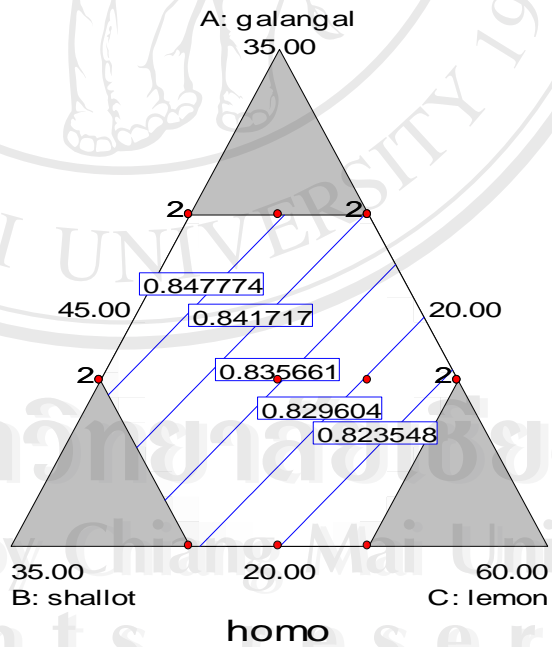
homo

● Design Points

X1 = A: galangal

X2 = B: shallot

X3 = C: lemon



ภาพ 4.4.5 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัดส่วนเฉลี่ยความกลมกลื่นของสมุนไพรกับเนยแข็ง และสมุนไพรข่า หอมแดง ตะไคร้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Copyright © by Chiang Mai University  
All rights reserved

DESIGN-EXPERT Plot

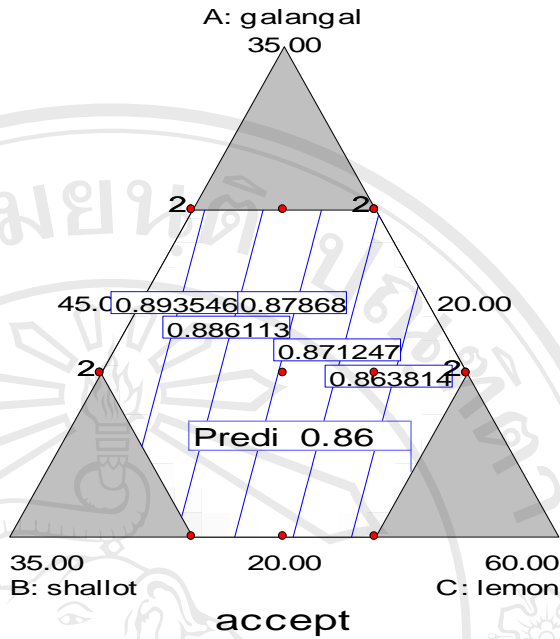
accept

● Design Points

X1 = A: galangal

X2 = B: shallot

X3 = C: lemon



ภาพ 4.4.6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัดส่วนเฉลี่ยการยอมรับรวมกับสมุนไพรข่า หอมแดง และ ตะไคร้

กำหนดเกณฑ์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพอยู่ในช่วงที่ต้องการ  
 ในขั้นตอน Optimization; Specify criteria โดยมีเกณฑ์การพิจารณา

ค่าสี L	อยู่ในช่วง	48.64 – 52.96
ค่ากลิ่นรสสมุนไพร	อยู่ในช่วง	0.85 – 1.00
ค่าความกลมกลืนของเนื้อสมุนไพรกับเนยแข็ง	มากกว่า	0.85
ค่าการยอมรับรวม	มากกว่า	0.86

พิจารณาสูตรที่เหมาะสมในขั้นตอน Optimization ; Specify criteria, Graphical Optimization ได้กราฟแสดงพื้นที่ที่มีค่าคุณภาพของค่าสี L กลิ่นรสสมุนไพร ความกลมกลืนของเนื้อสมุนไพรกับเนยแข็ง และการยอมรับรวม ซ้อนทับกัน ซึ่งพื้นที่แรเงานี้คือสูตรอัตราส่วนสมุนไพรที่มีค่าคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนยแข็งมอซซาเรลลา กลิ่นรสสมุนไพรที่อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด

DESIGN-EXPERT Plot

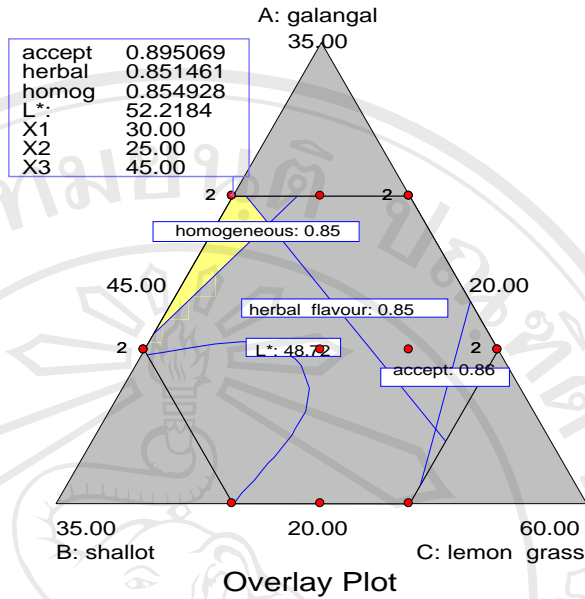
Overlay Plot

● Design Points

X1 = A: galangal

X2 = B: shallot

X3 = C: lemon grass



ภาพ 4.4.6 กราฟอัตราส่วนผสมไพรม์ที่มีคุณภาพอยู่ในช่วงเกณฑ์ที่กำหนด

จากภาพ 4.4.6 ได้สูตรเนยแข็งมอชซารเอลากลิ่นรสสมุนไพรที่ทำให้ค่าคุณภาพผลิตภัณฑ์อยู่ในช่วงคุณภาพที่กำหนดและค่าคุณภาพของมอชซารเอลากลิ่นรสสมุนไพรที่ได้มีคุณภาพดีที่สุด

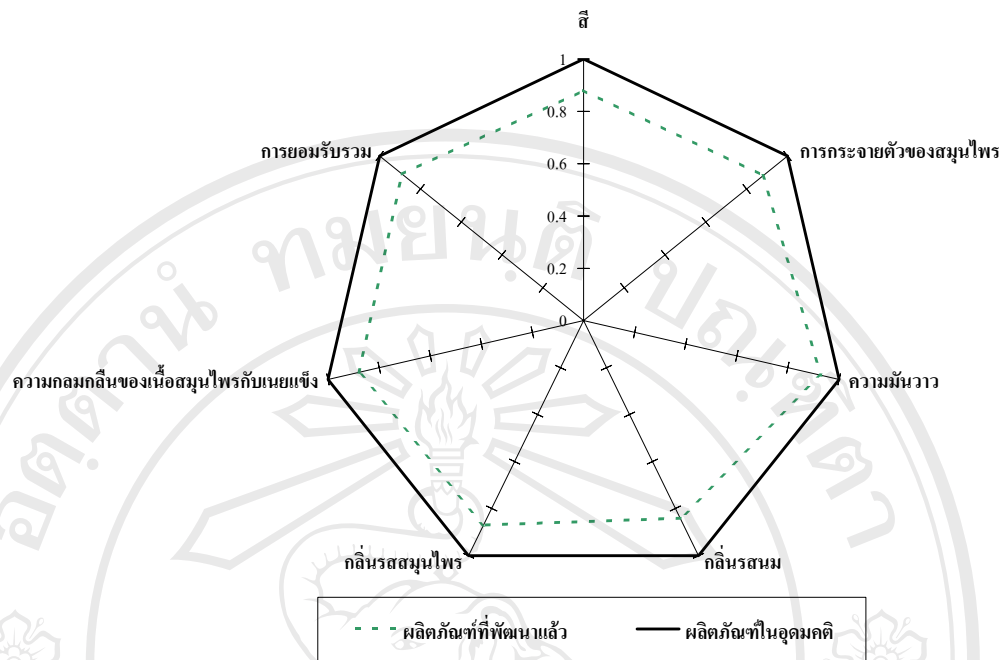
ข่า	ร้อยละ	30	ของปริมาณสมุนไพรทั้งหมด
หอมแดง	ร้อยละ	25	ของปริมาณสมุนไพรทั้งหมด
ตะไคร้	ร้อยละ	45	ของปริมาณสมุนไพรทั้งหมด

#### 4.5 ผลการผลิตเนยแข็งมอซซาเรลลากลิ่นรสสมุนไพรจากอัตราส่วนและปริมาณสมุนไพรในระดับที่เหมาะสม

ผลการผลิตผลิตภัณฑ์จากสูตรและปริมาณสมุนไพรในระดับที่เหมาะสม และวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ทางประสาทสัมผัส ภายนอก ทางเคมี และทางจุลินทรีย์ ได้ผลดังตาราง 4.5.1

ตาราง 4.5.1 คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของเนยแข็งมอซซาเรลลากลิ่นรสสมุนไพรที่ได้จากสัดส่วนสมุนไพรแต่ละชนิดและปริมาณสมุนไพรที่เหมาะสม

คุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัส	ค่าสัดส่วนเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Ratio $\pm$ SD)
<u>ลักษณะปรากฏ</u>	
1. สี	0.88** $\pm$ 0.07
2. การกระจายตัวของเนื้อสมุนไพร	0.88** $\pm$ 0.10
3. ความมันวาว	0.93** $\pm$ 0.11
<u>กลิ่นรส</u>	
4. กลิ่นรสนม	0.84** $\pm$ 0.35
5. กลิ่นรสสมุนไพร	0.87** $\pm$ 0.07
<u>เนื้อสัมผัส</u>	
6. ความกลมกลืนของเนื้อ สมุนไพรกับเนยแข็ง	0.88** $\pm$ 0.07
<u>การยอมรับรวม</u>	
7. การยอมรับรวม	0.89** $\pm$ 0.07



ภาพ 4.5.1 กราฟเค้าโครงผลิตภัณฑ์เนยแข็งมอชซาเรลลา กลิ่นรสสมุนไพรที่ได้จากอัตราส่วนและปริมาณสมุนไพรในระดับเหมาะสม

ตาราง 4.5.1 และ ภาพ 4.5.1 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของเนยแข็งมอชซาเรลลา กลิ่นรสสมุนไพรที่ได้จากปริมาณและสัดส่วนสมุนไพรที่เหมาะสม พบว่าค่าสัดส่วนเฉลี่ยของคุณลักษณะต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ทั้ง 14 สูตร มีค่าดังนี้ คุณลักษณะด้านสี 0.88 การกระจายตัวของเนื้อสมุนไพรมีค่า 0.88 ความมันวาวมีค่า 0.93 กลิ่นรสนมมีค่า 0.84 กลิ่นรสสมุนไพรมีค่า 0.87 ความเป็นเนื้อเดียวกันมีค่า 0.88 การยอมรับรวมมีค่า 0.89 เมื่อวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA) ของผลิตภัณฑ์ พบว่าค่าสัดส่วนเฉลี่ยคุณลักษณะด้านสี การกระจายตัวของเนื้อสมุนไพร ความมันวาว กลิ่นรสนม กลิ่นรสสมุนไพร ความเป็นเนื้อเดียวกัน และการยอมรับรวมของผลิตภัณฑ์มีค่าแตกต่างกับค่าสัดส่วนเฉลี่ยคุณลักษณะของมอชซาเรลลาต้นแบบ (ค่าสัดส่วนเฉลี่ย 1.00) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ )

ตาราง 4.5.2 คุณภาพทางกายภาพ เคมีและจุลินทรีย์ของเนยแข็งมอชซาเรลลากลิ่นรสสมุนไพรที่ได้จากปริมาณและสัดส่วนสมุนไพรที่เหมาะสม

การทดลอง	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1. โปรรตีน (%)	24.52 $\pm$ 0.21
2. ไขมัน (%)	20.94 $\pm$ 0.33
3. เกลือ (%)	1.37 $\pm$ 0.37
4. ความชื้น (%)	49.58 $\pm$ 0.44
5. เถ้า (%)	3.22 $\pm$ 0.13
8. ปริมาณกรดทั้งหมด (%)	0.22 $\pm$ 0.00
9. ความเป็นกรด - เบส	5.67 $\pm$ 0.02
11. ค่าสี	
L ( ความสว่าง )	60.3 $\pm$ 0.49
a ( สีแดง- เขียว )	-2.14 $\pm$ 0.28
b ( สีเหลือง - น้ำเงิน )	15.35 $\pm$ 0.12
12 ค่าแรงกด	8.26 $\pm$ 0.28
13. ปริมาณจุลินทรีย์	
- ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด	< 10
- ยีสต์และรา	< 10
- Coliform (MPN/g)	7
- <i>E. coli</i> (MPN/g)	< 10
- Putrefactive anaerobe	< 10

จากตาราง 4.5.2 แสดงผลการวิเคราะห์ทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของเนยแข็งมอซซาเรลลากลิ่นรสสมุนไพรที่ได้จากสัดส่วนสมุนไพรแต่ละชนิดและปริมาณสมุนไพรที่เหมาะสม พบว่าคุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 24.52 ไขมันร้อยละ 20.94 เกลือร้อยละ 1.37 ความชื้นร้อยละ 49.58 เถ้าร้อยละ 3.22 ซึ่งอยู่ในช่วงขององค์ประกอบทางเคมีของเนยแข็งมอซซาเรลลาโดยทั่วไป (milk ingredient.ca, 2004) ปริมาณกรดทั้งหมดร้อยละ 0.22 ค่าความเป็นกรด-ด่างมีค่า 5.67 คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์มีค่าแรงกด 8.26 ค่าสี L มีค่า 60.30 ค่าสี a มีค่า -2.14 และค่าสี b มีค่า 15.35

คุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 10 โคโลนี/กรัม ยีสต์ และรา มีปริมาณน้อยกว่า 10 โคโลนี/กรัม ปริมาณโคลิฟอร์ม 7 เอ็มพีเอ็น/กรัม ปริมาณอีโคไล (*E. coli*) น้อยกว่า 10 MPN/g Putrefactive anaerobe มีปริมาณน้อยกว่า 10 โคโลนี/กรัม ซึ่งชี้บ่งถึงความปลอดภัยของผู้บริโภคนั้นอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ตามเกณฑ์คุณภาพทางจุลินทรีย์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ไม่เกิน  $1 \times 10^6$  โคโลนี/กรัม ไม่พบยีสต์และรา โคลิฟอร์มโดยวิธี MPN น้อยกว่า 500 MPN/g และอีโคไล (*E. coli*) น้อยกว่า 3 MPN/g ไม่มีเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคและไม่มีสารเป็นพิษจากเชื้อจุลินทรีย์ในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 31 พ.ศ. 2522 ( กรมควบคุมอาหาร กระทรวงสาธารณสุข, 2522 )

ดังนั้นจากผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส แม้ว่าค่าสัดส่วนเฉลี่ยทางด้านคุณลักษณะของเนยแข็งมอซซาเรลลากลิ่นรสสมุนไพรที่ได้จากปริมาณและสัดส่วนสมุนไพรที่เหมาะสมมีค่าแตกต่างกับค่าสัดส่วนเฉลี่ยของมอซซาเรลลาต้นแบบ แต่ค่าสัดส่วนเฉลี่ยแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่ได้มีค่ามากกว่า 0.80 ซึ่งถือว่ามีความน่าเชื่อถือ ประกอบกับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทางเคมีและจุลินทรีย์มีคุณภาพอยู่ในช่วงองค์ประกอบทางเคมีของเนยแข็งมอซซาเรลลาโดยทั่วไป ( milk ingredient.ca, 2004 ) และมาตรฐานจุลินทรีย์ในเนยแข็งมอซซาเรลลา

#### 4.6 ผลการใช้ฟิล์มเคลือบบริโกลได้ชนิดฟิล์มประกอบสองชั้น เพื่อรักษาคุณภาพเนยแข็ง มอซซาเรลลาเกล็นรสสมุนไพร

ผลการศึกษาการใช้ฟิล์มประกอบสองชั้น ในการรักษาคุณภาพเนยแข็งมอซซาเรลลาเกล็นรสสมุนไพรจากสูตรและปริมาณสมุนไพรในระดับที่เหมาะสมจากข้อ 4.5 และเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทางประสาทสัมผัส เคมี กายภาพ และจุลินทรีย์ของเนยแข็งมอซซาเรลลาเกล็นรสสมุนไพรที่ไม่เคลือบฟิล์มในวันแรกที่ผลิต ผลิตภัณฑ์เนยแข็งมอซซาเรลลาเกล็นรสสมุนไพรที่ไม่เคลือบและเคลือบฟิล์มสองชั้นเก็บรักษา 28 วัน โดยเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 3–5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 28 วัน ดังตาราง 4.6.1

#### ผลสรุปการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพเนยแข็งมอซซาเรลลาเกล็นรสสมุนไพรไม่เคลือบฟิล์มในวันแรกที่ผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ไม่เคลือบและเคลือบฟิล์มประกอบสองชั้นเก็บรักษา 28 วัน

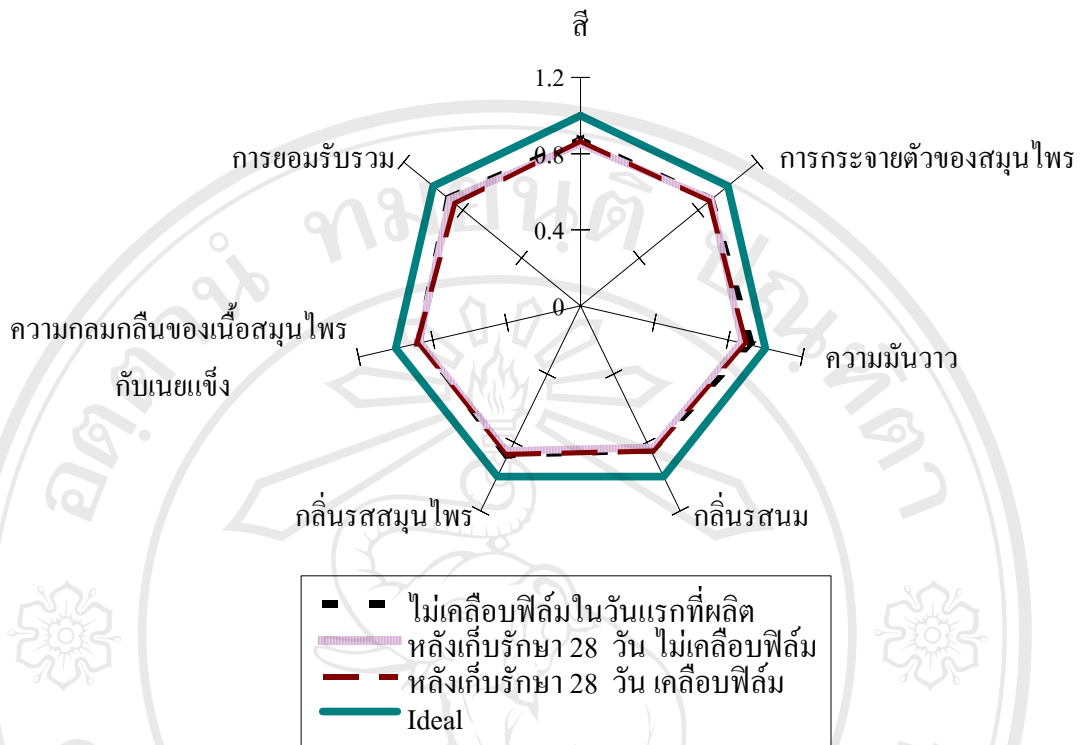
งานวิจัยนี้ได้เคลือบผลิตภัณฑ์เนยแข็งมอซซาเรลลาเกล็นรสสมุนไพรด้วยฟิล์มประกอบสองชั้นที่บริโกลได้ โดยวิธีการชุบเคลือบ (dipping) เพื่อให้สารเคลือบติดบนผิวของเนยแข็งสม่ำเสมอและทั่วถึงและเป็นขั้นตอนที่ง่ายไม่ต้องใช้เครื่องมือมากและใช้ในการผลิตในระดับอุตสาหกรรมได้ โดยเลือกใช้คาร์โบซิแนนเป็นฟิล์มเคลือบชั้นแรก ซึ่งเป็นสารพวกโพลีแซ็กคาไรด์ เนื่องจากมีสมบัติเป็นสารให้ความข้นหนืดและคงตัว (Nisperos–Carriedo, 1994). มีผลทำให้เคลือบเป็นชั้นฟิล์มหนานบนผิวผลิตภัณฑ์ได้ง่าย มีคุณสมบัติในการกีดขวางออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ในการผ่านเข้าออกผลิตภัณฑ์ (John และคณะ, 1994). ซึ่งมีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่ไม่ต้องการ เช่น การเปลี่ยนแปลงสี การเหม็นหืน เป็นต้น และใช้เนยขาวเป็นฟิล์มเคลือบชั้นที่สอง ซึ่งเป็นสารไขมัน เนื่องจากมีจุดหลอมเหลวไม่สูงมากนักประมาณ 41–46 องศาเซลเซียส สะดวกในการชุบเคลือบ ทำหน้าที่กั้นการซึมผ่านของความชื้น เนื่องจากไขมันมีความไม่ชอบน้ำ (hydrophobicity) สูง (John และคณะ 1994). ทำให้ป้องกันการสูญเสียน้ำของผลิตภัณฑ์



ตาราง 4.6.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนยแข็งมอชชาเรลลากลิ้นรส  
สมุนไพรมะลิที่เคลือบฟิล์มในวันแรกที่ผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ไม่เคลือบและเคลือบฟิล์มสองชั้นเก็บ  
รักษา 28 วัน

คุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัส	ค่าสัดส่วนเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	ที่ไม่เคลือบฟิล์ม (วันที่ 0)	หลังเก็บรักษา 28 วัน	
		ไม่เคลือบฟิล์ม	หลังเคลือบฟิล์ม
1. <u>ลักษณะปรากฏ</u>			
- สี	$0.88 \pm 0.07$	$0.86 \pm 0.14$	$0.87 \pm 0.23$
- การกระจายตัวของสมุนไพรมะลิ	$0.88 \pm 0.10$	$0.88 \pm 0.06$	$0.87 \pm 0.14$
- ความมันวาว	$0.93 \pm 0.11$	$0.88 \pm 0.02$	$0.90 \pm 0.01$
2. <u>กลิ่นและรสชาติ</u>			
- กลิ่นรสนม	$0.84 \pm 0.35$	$0.83 \pm 0.05$	$0.85 \pm 0.05$
- กลิ่นรสสมุนไพรมะลิ	$0.87 \pm 0.07$	$0.85 \pm 0.04$	$0.87 \pm 0.07$
3. <u>เนื้อสัมผัส</u>			
- ความกลมกลืนของเนื้อสมุนไพรมะลิกับเนยแข็ง	$0.88 \pm 0.07$	$0.88 \pm 0.07$	$0.88 \pm 0.15$
4. <u>การยอมรับรวม</u>			
- การยอมรับรวม	$0.89 \pm 0.07$	$0.88 \pm 0.24$	$0.85 \pm 0.34$

หมายเหตุ - ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของ ค่าเฉลี่ย  $\pm$  ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 2  
ซ้ำ แต่ละซ้ำทดสอบด้วยผู้ทดสอบชิม 10 คน



ภาพ 4.6.1 ค่าโครงสร้างผลิตภัณฑ์เนยแข็งมอซซาเรลลา กลิ่นรสสมุนไพรมที่ไม่เคลือบฟิล์มในวันแรกที่ผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ไม่เคลือบและเคลือบฟิล์มสองชั้นเก็บรักษา 28 วัน

ตาราง 4.6.1 และภาพ 4.6.1 แสดงค่าโครงสร้างผลิตภัณฑ์เนยแข็งมอซซาเรลลา กลิ่นรสสมุนไพรมที่ไม่เคลือบฟิล์มในวันแรกที่ผลิต ผลิตภัณฑ์เนยแข็งมอซซาเรลลา กลิ่นรสสมุนไพรมที่ไม่เคลือบและเคลือบฟิล์มสองชั้นเก็บรักษา 28 วัน พบว่าค่าสัดส่วนเฉลี่ยของคุณลักษณะทางด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ มีค่าดังนี้ คุณลักษณะด้านสี มีค่า 0.88, 0.86 และ 0.87 ตามลำดับ การกระจายตัวของเนื้อสมุนไพรมมีค่า 0.88, 0.88 และ 0.87 ตามลำดับ ความมันวาวมีค่า 0.93, 0.88 และ 0.90 ตามลำดับ กลิ่นรสสมมีค่า 0.83, 0.84 และ 0.85 ตามลำดับ กลิ่นรสสมุนไพรมมีค่า 0.87, 0.85 และ 0.87 ตามลำดับ ความกลมกลืนของเนื้อสมุนไพรมกับเนยแข็งมีค่า 0.88, 0.88 และ 0.88 ตามลำดับ การยอมรับรวมมีค่า 0.89, 0.88 และ 0.89 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA) ของผลิตภัณฑ์ พบว่าค่าสัดส่วนเฉลี่ยของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสได้แก่ ค่าสี การกระจายตัวของสมุนไพรม ความมันวาว กลิ่นรสสม กลิ่นรสสมุนไพรม

ความกลมกลืนของเนื้อสมุนไพรกับเนยแข็ง และการยอมรับรวมมีค่าไม่แตกต่างกัน อย่างมี  
นัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p > 0.05$ )



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Copyright © by Chiang Mai University  
All rights reserved

ตาราง 4.6.2 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทางกายภาพ เคมี ของผลิตภัณฑ์เนยแข็ง มอชชาเรลลากลิ้นรสสมุนไพรมะลิอบฟิล์มในวันแรกที่ผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ไม่เคลือบฟิล์มและเคลือบฟิล์มสองชั้นเก็บรักษา 28 วัน

การทดลอง	ค่าคุณภาพ		
	ไม่เคลือบฟิล์ม ในวันแรกที่ผลิต	หลังเก็บรักษา 28 วัน	
		ไม่เคลือบฟิล์ม	เคลือบฟิล์ม
<u>คุณภาพทางกายภาพ</u>			
1. ค่าสี			
L (ความสว่าง)	60.30 <sup>a</sup> ± 0.79	58.77 <sup>b</sup> ± 0.45	59.02 <sup>c</sup> ± 0.14
a (สีแดง - เขียว)	- 2.14 <sup>b</sup> ± 0.28	- 2.14 <sup>b</sup> ± 0.15	- 2.13 <sup>c</sup> ± 0.35
b (สีเหลือง - น้ำเงิน)	15.35 <sup>a</sup> ± 0.12	17.53 <sup>b</sup> ± 0.22	17.10 <sup>c</sup> ± 0.14
2. ค่าแรงกด ( นิวตัน )	8.26 <sup>a</sup> ± 0.28	14.36 <sup>b</sup> ± 0.45	10.65 <sup>c</sup> ± 0.36
<u>คุณภาพทางเคมี</u>			
1. โพรตีน (ร้อยละ)	24.52 <sup>a</sup> ± 0.91	24.01 <sup>b</sup> ± 0.17	24.23 <sup>c</sup> ± 0.20
2. ไขมัน (ร้อยละ)	20.94 <sup>a</sup> ± 0.33	17.11 <sup>b</sup> ± 0.19	19.41 <sup>c</sup> ± 0.16
3. เกลือ (ร้อยละ)	1.37 <sup>a</sup> ± 0.37	1.31 <sup>a</sup> ± 0.05	1.34 <sup>b</sup> ± 0.14
4. ความชื้น (ร้อยละ)	49.58 <sup>a</sup> ± 0.44	45.53 <sup>b</sup> ± 0.27	49.05 <sup>c</sup> ± 0.55
5. เถ้า (ร้อยละ)	3.22 <sup>a</sup> ± 0.13	3.20 <sup>a</sup> ± 0.05	3.21 <sup>a</sup> ± 0.05
6. ค่าเปอร์ออกไซด์	0.22 <sup>a</sup> ± 0.13	3.39 <sup>b</sup> ± 0.25	0.93 <sup>c</sup> ± 0.16
7. ค่ากรดไขมันอิสระ	0.27 <sup>a</sup> ± 0.32	0.48 <sup>b</sup> ± 0.06	0.42 <sup>c</sup> ± 0.03
8. ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละ)	0.02 <sup>a</sup> ± 0.00	0.10 <sup>b</sup> ± 0.17	0.06 <sup>c</sup> ± 0.11
9. ความเป็นกรด-ด่าง	5.67 <sup>a</sup> ± 0.02	5.56 <sup>b</sup> ± 0.17	5.62 <sup>c</sup> ± 0.11
10. ปริมาณน้ำที่สูญเสีย (ร้อยละ)	-	18.64 <sup>a</sup> ± 0.13	0.28 <sup>b</sup> ± 0.13

หมายเหตุ - ค่าของข้อมูลแสดงในค่าของค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

- หมายเหตุ (ต่อ)**
- ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวนอนเดียวกันที่แตกต่างกัน แสดงว่าเป็นค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ ) เปรียบเทียบค่าโดยใช้ LSD
  - ค่าเฉลี่ยของค่าสี L, a, b ได้จากการทดลองซ้ำ 2 ซ้ำ แต่ละซ้ำวัด 3 ซ้ำ
  - ปริมาณโปรตีน ไขมัน กลีโกลี เถ้า ค่าเปอร์ออกไซด์ ค่ากรดไขมันอิสระ ปริมาณกรดทั้งหมด ความเป็นกรด-ด่าง ได้จากการทดลองซ้ำ 2 ซ้ำ แต่ละซ้ำวัด 3 ซ้ำ
  - ค่าแรงกดได้จากการทดลองซ้ำ 2 ซ้ำ แต่ละซ้ำวัด 3 ซ้ำ
  - ปริมาณน้ำที่สูญเสีย ได้จากการทดลองซ้ำ 2 ซ้ำ แต่ละซ้ำวัด 3 ซ้ำ

**ปริมาณโปรตีนของผลิตภัณฑ์เนยแข็งมอชซาเรลลากลิ้นรสสมุนไพรที่ไม่เคลือบฟิล์มในวันแรก  
ผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ไม่เคลือบและเคลือบฟิล์มสองชั้นเก็บรักษา 28 วัน**

ปริมาณโปรตีนของเนยแข็งมอชซาเรลลากลิ้นรสสมุนไพรที่ไม่เคลือบฟิล์มในวันแรก  
ที่ผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ไม่เคลือบและเคลือบฟิล์มสองชั้นเก็บรักษา 28 วัน มีปริมาณ 24.52, 24.01 และ  
24.23 ตามลำดับ ดังแสดงในตาราง 4.6.2 เมื่อวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA)  
พบว่ามอชซาเรลลาทั้ง 3 แบบมีปริมาณแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น  
ร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ )

**ปริมาณไขมันของผลิตภัณฑ์เนยแข็งมอชซาเรลลากลิ้นรสสมุนไพรที่ไม่เคลือบฟิล์มในวันแรก  
ผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ไม่เคลือบและเคลือบฟิล์มสองชั้นเก็บรักษา 28 วัน**

ปริมาณไขมันของเนยแข็งมอชซาเรลลากลิ้นรสสมุนไพรที่ไม่เคลือบฟิล์มในวันแรก  
ที่ผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ไม่เคลือบฟิล์มและเคลือบสองชั้นเก็บรักษา 28 วัน มีปริมาณ 20.94, 17.11 และ  
19.41 ตามลำดับ ดังแสดงในตาราง 4.6.2 เมื่อวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA)  
พบว่ามอชซาเรลลาทั้ง 3 แบบมีปริมาณไขมันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความ  
เชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ ) โดยมอชซาเรลลาที่เคลือบฟิล์มสองชั้นมีปริมาณไขมันมากกว่ามอช  
ซาเรลลาที่ไม่เคลือบฟิล์มสองชั้นเก็บรักษา 28 วัน เนื่องจากไขมันนมซึ่งประกอบด้วยกรดไขมัน  
ชนิดไม่อิ่มตัวประมาณร้อยละ 40 ของปริมาณไขมันนมทั้งหมด จะถูกออกซิไดส์โดยออกซิเจน

ในอากาศ โดยมีเอนไซม์ไลพอกซิเดส (lipoxidase) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ดังนั้นเนยแข็งที่เคลือบฟิล์มคาราจีแนนซึ่งมีคุณสมบัติในการกีดขวางออกซิเจนเข้าสู่ผลิตภัณฑ์ จึงมีปริมาณไขมันมากกว่าเนยแข็งที่ไม่เคลือบฟิล์มคาราจีแนน

### ปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำที่สูญเสียของผลิตภัณฑ์เนยแข็งมอซซาเรลลากลิ่นรสสมุนไพรไม่เคลือบฟิล์มในวันแรกที่ผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ไม่เคลือบและเคลือบฟิล์มสองชั้นเก็บรักษา 28 วัน)

ปริมาณความชื้นของเนยแข็งมอซซาเรลลากลิ่นรสสมุนไพรไม่เคลือบฟิล์มในวันแรกที่ผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ไม่เคลือบและเคลือบฟิล์มสองชั้นเก็บรักษา 28 วัน มีค่า 49.58, 45.53 และ 49.05 ตามลำดับ ดังแสดงในตาราง 4.6.2 เมื่อวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA) พบว่ามอซซาเรลลาทั้ง 3 แบบมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ )

เรณูและคณะ(2542). ได้ศึกษาการใช้ฟิล์มสองชั้นเพื่อรักษาคุณภาพเนยแข็งมอซซาเรลลาซึ่งประกอบด้วยชั้นของฟิล์มโซเดียมคาร์บอกซิเมทิลเซลลูโลส (arboxymethyl cellulose) ฟิล์มโซเดียมเคซีเนต (sodium casinate) และฟิล์มคาราจีแนน (carrageenan) กับเนยขาว โดยเปรียบเทียบปริมาณน้ำในเนยแข็งที่สูญเสียไปของฟิล์มทั้ง 3 ชนิดกับเนยแข็งมอซซาเรลลาที่ไม่เคลือบฟิล์ม พบว่าเนยแข็งมอซซาเรลลาที่ไม่เคลือบฟิล์มสูญเสียน้ำมากกว่าเนยแข็งมอซซาเรลลาที่เคลือบฟิล์มสองชั้นหลังเก็บรักษา 28 วัน โดยชั้นไขมันจะช่วยป้องกันการซึมผ่านของความชื้นเนื่องจากไขมันมีความไม่ชอบน้ำ (hydrophobicity) สูง ทำให้ช่วยป้องกันการสูญเสียน้ำของผลิตภัณฑ์ (John and other, 1996).

กมลทิพย์และคณะ (2546). ได้ศึกษาการผลิตฟิล์มสองชั้นที่ประกอบด้วยชั้นของแป้งคอนแจ็ก (Konjac Flour) กับชั้นไขมันชนิดต่างๆ ได้แก่ น้ำมันข้าวโพด น้ำมันปาล์ม น้ำมันเมล็ดทานตะวัน โดยเติมชั้นไขมันแต่ละชนิดปริมาณ 0, 0.1, 0.2 และ 0.3 กรัมต่อปริมาณแป้ง พบว่าอัตราการส่งผ่านไอน้ำของแผ่นฟิล์มที่เติมน้ำมันแต่ละชนิดมีค่าต่ำกว่าแผ่นฟิล์มที่ไม่เติมน้ำมันในการผลิตฟิล์ม

จากการศึกษาการใช้ฟิล์มไขมันรักษาปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 การทดลองข้างต้น จะเห็นว่า เมื่อเคลือบผลิตภัณฑ์ด้วยฟิล์มไขมันจะช่วยในการลดการสูญเสียน้ำของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นเนยแข็งมอซซาเรลลาที่เคลือบฟิล์มสองชั้นหลังเก็บรักษา 28 วัน สามารถรักษาปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงกับมอซซาเรลลาไม่เคลือบฟิล์ม (ผลิตวันที่0) ได้ดีกว่ามอซซาเรลลาที่ไม่เคลือบฟิล์มสองชั้นหลังเก็บรักษา 28 วัน

**ปริมาณเกลือและเถ้าของผลิตภัณฑ์เนยแข็งมอซซาเรลลาถลันรสสมุนไพรที่เคลือบฟิล์มในวันแรกที่ผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ไม่เคลือบและเคลือบฟิล์มสองชั้นเก็บรักษา 28 วัน**

ปริมาณเกลือของมอซซาเรลลาถลันรสสมุนไพรก่อนเคลือบฟิล์ม ผลิตภัณฑ์ที่ไม่เคลือบฟิล์มและเคลือบสองชั้นมีปริมาณ 1.37, 1.31 และ 1.34 ตามลำดับ ดังแสดงในตาราง 4.6.2 เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวน(ANOVA) ของมอซซาเรลลาทั้ง 3 แบบมีปริมาณแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ ) โดยมอซซาเรลลาที่เคลือบฟิล์มหลังเก็บรักษา 28 วัน มีค่าแตกต่างกับผลิตภัณฑ์ที่ไม่เคลือบฟิล์มในวันแรกที่ผลิต และผลิตภัณฑ์ที่ไม่เคลือบฟิล์มเก็บรักษา 28 วัน ที่มีค่าไม่แตกต่างกัน

ปริมาณเถ้าของมอซซาเรลลาไม่เคลือบฟิล์มในวันแรกที่ผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ไม่เคลือบฟิล์มและเคลือบสองชั้นเก็บรักษา 28 วัน มีปริมาณไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p > 0.05$ )

**ค่าเปอร์ออกไซด์ ( Peroxide Value ) ของผลิตภัณฑ์เนยแข็งมอซซาเรลลาถลันรสสมุนไพรที่ไม่เคลือบฟิล์มในวันแรกที่ผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ไม่เคลือบและเคลือบฟิล์มสองชั้นเก็บรักษา 28 วัน**

ค่าเปอร์ออกไซด์ของเนยแข็งมอซซาเรลลาถลันรสสมุนไพรไม่เคลือบฟิล์มในวันแรกที่ผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ไม่เคลือบฟิล์มและเคลือบสองชั้นเก็บรักษา 28 วันมีปริมาณมีค่า 0.22, 3.39 และ 0.93 ตามลำดับ ดังแสดงในตาราง 4.6.2 เมื่อวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA) ของมอซซาเรลลาทั้ง 3 แบบมีค่าเปอร์ออกไซด์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ ) เนื่องจากการเกิดเปอร์ออกไซด์ในผลิตภัณฑ์นมมีสาเหตุจากหลายปัจจัยเช่น ออกซิเจน แสงและโลหะ สาเหตุที่เกิดจากก๊าซออกซิเจนคือ ออกซิเจนในอากาศจะออกซิไดส์กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว โดยมีไลพอกซิเดส (lipoxidase) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาแอลดีไฮด์ (aldehyde) ทำให้เกิดกลิ่นหืนได้ (รัชนี, 2529). ดังนั้นเนยแข็งมอซซาเรลลาที่เคลือบฟิล์มสองชั้นซึ่งมีค่าเปอร์ออกไซด์ต่ำกว่ามอซซาเรลลาที่ไม่เคลือบฟิล์ม สามารถป้องกันออกซิเจนสัมผัสกับผลิตภัณฑ์ได้ดีกว่า

**ค่ากรดไขมันอิสระ ( Free Fatty Acid ) ของผลิตภัณฑ์เนยแข็งมอชซาเรลลากลิ่นรสสมุนไพรที่ไม่เคลือบฟิล์มในวันแรกที่ผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ไม่เคลือบและเคลือบฟิล์มสองชั้นเก็บรักษา 28 วัน**

ค่ากรดไขมันอิสระของเนยแข็งมอชซาเรลลากลิ่นรสสมุนไพรไม่เคลือบฟิล์มในวันแรกที่ผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ไม่เคลือบและเคลือบฟิล์มสองชั้นเก็บรักษา 28 วันมีค่า 0.27, 0.48 และ 0.42 ตามลำดับ ดังแสดงในตาราง 4.6.2 เมื่อวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน ( ANOVA ) ของมอชซาเรลลาทั้ง 3 แบบมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ ) โดยเนยแข็งมอชซาเรลลาที่เคลือบฟิล์มสองชั้นเก็บรักษา 28 วันมีค่ากรดไขมันอิสระน้อยกว่ามอชซาเรลลาที่ไม่เคลือบฟิล์มเก็บรักษา 28 วัน เนื่องจากปฏิกิริยาไลโปไลซิส ( lipolysis ) ที่เกิดจากเอนไซม์ไลเปส ( ส่วนมากมาจากจุลินทรีย์ในนม ) ทำให้เกิดการไฮโดรไลส์ไขมันได้ กลีเซอรอล ( glycerol ) และกรดไขมันอิสระ กรดไขมันที่ได้มีกรดไขมันประเภทที่ระเหยง่ายมีกลิ่นหืนเช่น กรดบิวทีริก การเกิดปฏิกิริยานี้ต้องอาศัยน้ำและเอนไซม์ไลเปส ( lipase ) ในการเกิดปฏิกิริยา ( รัชนี, 2529). ซึ่งหากค่ากรดไขมันอิสระมาก แสดงว่ามีน้ำผ่านเข้าแผ่นฟิล์มมากหรือมีปริมาณจุลินทรีย์ที่ผลิตเอนไซม์ ไลเปสเจริญในผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นหืน

**ค่าความเป็นกรด – ด่าง และปริมาณกรดทั้งหมดของผลิตภัณฑ์เนยแข็งมอชซาเรลลากลิ่นรสสมุนไพรไม่เคลือบฟิล์มในวันแรกที่ผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ไม่เคลือบและเคลือบฟิล์มสองชั้นเก็บรักษา 28 วัน**

ค่าความเป็นกรด – ด่าง ของผลิตภัณฑ์เนยแข็งมอชซาเรลลากลิ่นรสสมุนไพรที่ไม่เคลือบฟิล์ม ในวันแรกที่ผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ไม่เคลือบและเคลือบฟิล์มสองชั้นเก็บรักษา 28 วัน มีค่า 5.67, 5.56 และ 5.62 ตามลำดับ แสดงดังตาราง 4.6.2 เมื่อวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน ( ANOVA ) พบว่า เนยแข็งมอชซาเรลลากลิ่นรสสมุนไพรทั้ง 3 ชนิดมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ ) และปริมาณกรดทั้งหมดของผลิตภัณฑ์เนยแข็งมอชซาเรลลากลิ่นรสสมุนไพรที่ไม่เคลือบฟิล์มในวันแรกที่ผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ไม่เคลือบและเคลือบฟิล์มสองชั้นเก็บรักษา 28 วัน มีค่า 0.02, 0.10 และ 0.06 ตามลำดับ แสดงดังตาราง 4.6.2 เมื่อวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน ( ANOVA ) พบว่าผลิตภัณฑ์เนยแข็งมอชซาเรลลากลิ่นรสสมุนไพรทั้ง 3 แบบมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ ) การที่ผลิตภัณฑ์เนยแข็งมอชซาเรลลากลิ่นรสสมุนไพรที่ไม่เคลือบ



ฟิล์มสองชั้นเก็บรักษา 28 วันมีค่าความเป็นกรด-ด่างน้อยและปริมาณกรดทั้งหมดมีปริมาณมากกว่า มอชซารเอลลาที่เคลือบฟิล์มเก็บรักษา 28 วัน เนื่องจากระหว่างการเก็บรักษาเนยแข็งจะ เกิดปฏิกิริยาชีวเคมีหลายปฏิกิริยาคู่กัน ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากปฏิกิริยาชีวเคมีอาจทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างของผลิตภัณฑ์ลดลง นอกจากนี้อาจเกิดจากมีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ ใน ขั้นตอนการผลิตที่สามารถเปลี่ยนน้ำตาลแลคโตส (lactose) ในนมเป็นกรด

**ค่าแรงกด ( compression ) ของผลิตภัณฑ์เนยแข็งมอชซารเอลลากลิ้นรสสมุนไพรมะนาวที่ไม่เคลือบฟิล์ม ในวันแรกที่ผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ไม่เคลือบและเคลือบฟิล์มสองชั้นเก็บรักษา 28 วัน**

ค่าแรงกดของผลิตภัณฑ์เนยแข็งมอชซารเอลลากลิ้นรสสมุนไพรมะนาวที่ไม่เคลือบฟิล์มในวันแรกที่ผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ไม่เคลือบและเคลือบฟิล์มสองชั้นเก็บรักษา 28 วันมีค่า 8.26, 14.36 และ 10.65 ตามลำดับ ดังแสดงในตาราง 4.6.2 เมื่อวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA) พบว่า เนยแข็งมอชซารเอลลากลิ้นรสสมุนไพรมะนาวทั้ง 3 ชนิดมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ ) โดยเนยแข็งมอชซารเอลลากลิ้นรสสมุนไพรมะนาวที่เคลือบ ฟิล์มสองชั้นเก็บรักษา 28 วันมีค่าแรงกดต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ที่ไม่เคลือบฟิล์มหลังเก็บรักษา 28 วัน โดย Bertola และคณะ(1996). ได้ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสและการเกิดโปรตีโอไลซิส (proteolysis) ของเนยแข็งมอชซารเอลลาแช่แข็งที่มีความชื้นต่ำภายใต้สภาวะการเก็บแตกต่างกัน โดย ใช้เนยแข็งมอชซารเอลลาแช่เย็นเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเนยแข็งชุดควบคุม หลัง การเก็บรักษาเนยแข็งชุดควบคุมพบว่า เนยแข็งชุดควบคุมมีความแข็งเพิ่มขึ้น เนื่องจากการ เปลี่ยนแปลงโครงสร้างของเนยแข็งขึ้นกับ ความสามารถในการต้านทานการเปลี่ยนรูปของ ร่างแหเคซีน ซึ่งร่างแหนี้เกิดจากแอลฟา-เคซีนทำปฏิกิริยากับโมเลกุลเคซีน (แอลฟา ( $\alpha$ ) หรือ เบต้า ( $\beta$ ) เคซีน) 2 โมเลกุลหรือมากกว่า สร้างเชื่อมกันเป็นร่างแหเคซีน ดังนั้นถ้าโมเลกุล แอลฟา-เคซีนแตก มีผลทำให้ความสามารถในการเชื่อมต่อของร่างแหเคซีนสูญเสียไป โดย พันธะเปปไทด์แต่ละพันธะที่แตกออกจะเกิดกลุ่มของประจุใหม่ 2 กลุ่ม ซึ่งแต่ละกลุ่มจะแย่งกัน ละลายในน้ำ ดังนั้นน้ำที่เป็นตัวทำลายของสายโปรตีนเดิมจะเข้าจับกับกลุ่ม โปรตีนที่มีประจุ ใหม่ ทำให้เนยแข็งมีความแข็งเพิ่มขึ้นระหว่างเก็บรักษา

**ค่าสี L ของผลิตภัณฑ์เนยแข็งมอซซาเรลลากลิ่นรสสมุนไพรมะเขือเทศในวันแรกที่ผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ไม่เคลือบและเคลือบฟิล์มสองชั้นเก็บรักษา 28 วัน**

ค่าสี L ของผลิตภัณฑ์เนยแข็งมอซซาเรลลากลิ่นรสสมุนไพรมะเขือเทศฟิล์มในวันแรกที่ผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ไม่เคลือบและเคลือบฟิล์มสองชั้นเก็บรักษา 28 วัน มีค่า 60.30, 58.77 และ 59.02 ตามลำดับ ดังแสดงในตาราง 4.6.2 เมื่อวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA) พบว่าเนยแข็งมอซซาเรลลากลิ่นรสสมุนไพรมะเขือเทศทั้ง 3 แบบ มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ( $p \leq 0.05$ ) ค่าสี L เป็นค่าที่บอกระดับความสว่างของผลิตภัณฑ์ หากค่าสี L มีค่าเป็นบวกแสดงว่ามีความสว่างมาก ค่าสี L มีค่าเป็นลบแสดงว่ามีความสว่างน้อย ดังนั้นเนยแข็งมอซซาเรลลาที่ไม่เคลือบฟิล์มและที่เคลือบฟิล์มสองชั้นเก็บรักษา 28 วันมีค่าสี L ต่ำกว่าเนยแข็งมอซซาเรลลาที่ไม่เคลือบฟิล์มในวันแรกที่ผลิต แสดงว่าผลิตภัณฑ์มีความเข้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากการเกิดปฏิกิริยาของกรดอะมิโนและ โปรตีนที่มีต่อน้ำตาลในนมทำให้เกิดสารสีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ โดยเอนไซม์ไม่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยา เรียกปฏิกิริยานี้ว่า ปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard Reaction) (Louis and Ernest, 1992). ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่เกิดปฏิกิริยานี้มีสีเข้มขึ้น

**ค่าสี a และ b ของผลิตภัณฑ์เนยแข็งมอซซาเรลลากลิ่นรสสมุนไพรมะเขือเทศฟิล์มในวันแรกที่ผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ไม่เคลือบและเคลือบฟิล์มสองชั้นเก็บรักษา 28 วัน**

ค่าสี a ของผลิตภัณฑ์เนยแข็งมอซซาเรลลากลิ่นรสสมุนไพรมะเขือเทศฟิล์มในวันแรกที่ผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ไม่เคลือบและเคลือบฟิล์มสองชั้นเก็บรักษา 28 วันมีค่า -2.14, -2.14 และ -2.13 ตามลำดับ ดังแสดงในตาราง 4.6.2 มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น ( $p \leq 0.05$ )

ค่าสี b ของผลิตภัณฑ์เนยแข็งมอซซาเรลลากลิ่นรสสมุนไพรมะเขือเทศฟิล์มในวันแรกที่ผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ไม่เคลือบและเคลือบฟิล์มสองชั้นเก็บรักษา 28 วัน มีค่า 15.35, 17.53 และ 17.10 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA) พบว่าเนยแข็งมอซซาเรลลากลิ่นรสสมุนไพรมะเขือเทศทั้ง 3 แบบ มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น ( $p \leq 0.05$ ) ค่าสี a เป็นค่าที่บอกระดับ สีแดง-เขียว และค่าสี b เป็นค่าที่บอกระดับ สีเหลือง-น้ำเงิน การที่ค่าสี a และ b มีค่าเปลี่ยนแปลงจากสีผลิตภัณฑ์เริ่มต้น เนื่องจากระหว่างเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ สามารถเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard Reaction) ทำให้สีผลิตภัณฑ์เข้มขึ้นและมีผลให้สีของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงจากผลิตภัณฑ์เริ่มต้น

ตาราง 4.6.3 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพ ของผลิตภัณฑ์ทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เนยแข็ง  
มอซซาเรลลาเรลลา กลิ่นรสสมุนไพรไม่เคลือบฟิล์มในวันแรกที่ผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ไม่เคลือบฟิล์ม  
และเคลือบฟิล์มสองชั้นเก็บรักษา 28 วัน

การทดลอง	ค่าคุณภาพ		
	ไม่เคลือบฟิล์ม ในวันแรกที่ผลิต	เก็บรักษา 28 วัน	
		ไม่เคลือบฟิล์ม	เคลือบฟิล์ม
คุณภาพทางจุลินทรีย์			
11. ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (โคโลนี/ กรัม)	< 10	$3.54 \times 10^3$	$2.87 \times 10^3$
12. ยีสต์และรา (โคโลนี/ กรัม)	< 10	< 10	< 10
13. โคลิฟอร์ม (MPN/ g)	7	240	75
14. อี โคไล (MPN/ g)	< 10	< 10	< 10
15. Putrefactive anaerobe	< 10	< 10	< 10

หมายเหตุ - ค่าของข้อมูลแสดงในค่าเฉลี่ย  $\pm$  ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ปริมาณจุลินทรีย์ที่เจริญในผลิตภัณฑ์เนยแข็งมอซซาเรลลาถากลิ่นรสสมุนไพรที่ไม่เคลือบฟิล์มในวันแรกที่ผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ไม่เคลือบและเคลือบฟิล์มสองชั้นเก็บรักษา 28 วัน

จากตาราง 4.6.2 จุลินทรีย์ที่ตรวจพบในเนยแข็งมอซซาเรลลาถากลิ่นรสสมุนไพรที่ไม่เคลือบฟิล์มในวันแรกที่ผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ไม่เคลือบและเคลือบฟิล์มสองชั้นเก็บรักษา 28 วัน มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า  $10^6$ ,  $3.54 \times 10^3$  และ  $2.87 \times 10^3$  โคโลนี/ กรัม ตามลำดับ ปริมาณยีสต์และรา มีปริมาณน้อยกว่า  $10^4$  โคโลนี/ กรัม ปริมาณโคลิฟอร์มโดยวิธี MPN มีปริมาณ 7,240 และ 75 โคโลนี/ กรัม อี โคไล (*E. coli*) โดยวิธี MPN มีปริมาณน้อยกว่า 10 MPN/g ปริมาณ Putrefactive anaerobe มีปริมาณน้อยกว่า  $10^4$  โคโลนี/ กรัม ปริมาณจุลินทรีย์ที่พบในเนยแข็งมอซซาเรลลาถากลิ่นรสสมุนไพรจุลินทรีย์มีสาเหตุได้จากการปนเปื้อนในขั้นตอนการผลิต ผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาอยู่ในเกณฑ์ที่สามารถบริโภคได้ เนื่องจากปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมีค่าไม่เกิน  $1 \times 10^6$  โคโลนี / กรัม ไม่พบยีสต์และรา ปริมาณโคลิฟอร์ม (coliform) โดยวิธี MPN น้อยกว่า 500 โคโลนี / กรัม และอี โคไล (*E. coli*) มีค่าน้อยกว่า 3 โคโลนี / กรัม และไม่พบจุลินทรีย์ที่ก่อเกิดโรค ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 31 พ. ศ. 2522 ( กรมควบคุมอาหาร กระทรวงสาธารณสุข, 2522 )

ดังนั้นจากตาราง 4.6.1 และ 4.6.2 ซึ่งแสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพเนยแข็งมอซซาเรลลาถากลิ่นรสสมุนไพรทางประสาทสัมผัส เคมี กายภาพ และจุลินทรีย์ สามารถสรุปได้ว่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนยแข็งมอซซาเรลลาถากลิ่นรสสมุนไพรที่ไม่เคลือบและเคลือบฟิล์มสองชั้นเก็บรักษา 28 วันมีค่าสัดส่วนเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน แม้ว่าคุณภาพทางเคมีและทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ที่ไม่เคลือบฟิล์มจะมีคุณภาพน้อยกว่ามอซซาเรลลาที่เคลือบฟิล์มสองชั้น เนื่องจากระหว่างการเก็บรักษาเนยแข็งผลิตภัณฑ์จะเกิดปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ เช่น การเกิดโปรติโอไลซิส (proteolysis) ปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Millard Reaction) เป็นต้น (Paul, 2004 ) ซึ่งผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสค่าสัดส่วนเฉลี่ยของเนยแข็งทั้ง 2 ชนิดมีค่ามากกว่า 0.80 จึงถือได้ว่าผลิตภัณฑ์มีคุณภาพที่ผู้บริโภคยอมรับได้